刘允洲　李绪萱 编著

知 识 出 版 社

SHENG MING ZHI WANG
SHENG TAI PING HENG QU TAN

生命之网

生态平衡趣谈

50047551

58.181
191

生命之网

——生态平衡趣谈

刘允洲　李绪萱　编著

45561

知识出版社
上海

中科院植物所图书馆
S0045561

内 容 提 要

人类所赖以生存的地球，正日益受到各种环境污染，生态平衡严重失调，挽救众多动、植物及由它们所组成的自然界，已成为维系和进一步发展人类社会的迫切问题。本书以丰富的生物知识，生动的笔调，介绍了自然界与人类社会的生态平衡的种种趣事，从中揭示了保护自然环境的重要性。

前　言

当本书脱稿时，正当仲春。这是20世纪80年代的第五个春天，北京四月，浅草绿了，柔枝嫩叶也绿了；苍色的常绿树，又萌出一层新绿；也有先开的、粉的红的紫的各色花，最惹眼的莫过于早早开花的迎春，枝枝条条都挤满小花，阳光下一片热烈的金黄色……风和日丽天，满城生气。哦，多么美好的春天！古今中外，献予春天的歌与情，不知几几何何，谁又能数得清！

然而，春天的北京未必尽是美好的。常有大风天，一连数日，风鸣长空，扬沙飞灰，上下昏昏，行人垢面；再俊的姑娘，上街也头蒙一方纱巾，为了挡灰不得不遮掩俏容……风沙肆虐，哪里还有春光美！

前些年就有人惊呼"风沙紧逼北京城"。这几年北京绿化年年有进步，城里城外，一年更胜一年绿。植树节才过不久，古都又添万千新树。当然，光有北京的树，还不能拒风沙于城门之外。正在建设之中的"三北防护林"（东北、华北、西北），东起黑龙江，西迄新疆，中间有一段横贯于幽幽燕山之外。这项堪与古长城媲美的伟大工程，是防风御沙的"绿色长城"，筑成之日，北京之春无疑会有更多的和风细雨。但这还不够。若要根除风沙之患，还须改造黄土高原、治理西北一带的沙漠，改善正在恶化之中的气候，等等。这也还不够。除了风沙，威胁北京之春的，还有若干方面的环境污染问题；而解决这些问题，

就不是一地一国、一朝一夕的努力可以奏效的。生态问题并无地界、国界可言。以大气污染为例。任何一地的有害气体，都会随着大气循环，悄悄地逾国越境，侵入异乡他域。没有什么“防线”能够阻止这种“入侵”，没有什么“净土”可以幸免于这种“入侵”。

年复一年，我们年年有春天，来而复去，去而复来，不知有多少年。然而放眼望去，细心查去，又有哪一地方的春天不在受到威胁呢？在许多地方，正如《寂静的春天》一书所描述的那样，春天已经褪去青春的活力。在那里，春天也衰老了么？是的。在有些地方，春天甚至已经死亡！譬如森林、草地、良田沦失后形成的荒寂沙漠。“救救春天”，这是同当代诸多有识之士大声疾呼的“救救地球”意义相等的口号。

为了唤回醇厚、洁净的春光，我们要做的事情太多了，首先是要使更多的人尽快了解这件事的紧迫性。作者写作本书的出发点正在于此。在动笔之前，我们有一种痛感：当生态问题日趋严重时，许多人的警惕却沉滞不省；而生态问题尤其需要全体人民的关心。这种痛感，使我们终于下决心应承一件不算轻松的任务——写一本关于生态学的科普小册子。作为新闻工作者，我们不仅疲于紧张的本职工作，而且缺乏写书必需的专业知识。就因为有了上述这种痛感，我们利用业余时间，从头学起，在自修的同时，为创作查阅了大量资料，随后用了大约近半年的时间草成初稿。在写作中，我们本着以知识性为主、融趣味性于内的原则，力求表达准确而形象、生动，使读者从大量可读性较强的材料中，获得一个初步的然而较完整的生态学概念。当然，这只是作者的初衷。由于水平所限，书稿虽经尽力修改，奉献于读者面前时仍未免粗疏。

本书初稿写完后，上海水产学院张士美同志经过认真校阅，提出了详尽的修改意见，在此致以诚挚谢意！

刘允洲　李绪萱

1985年4月，于北京

目　录

第一章　看不见的巨网 ……1
猫和牛；英国老姑娘和海军……2
马缨丹，祸还是福？ ……3
鹿“作恶”以及狼“行善” ……5
第二章　人和生物的“住处” ……8
生物也有自己的“住处” ……8
人和生物住在一起……12
北美大草原毁于谁手？ ……15
第三章　生物圈上下纵横……18
上下三万四千米……18
尔来三十余亿岁……20
五亿平方公里漫游……25
第四章　适应环境者生……35
生命，顽强还是脆弱？……36
铁面无情的“法官”……41
“袋袋”和魔术……44
这是“哥儿仨”吗？ ……47
第五章　生命的“神钟”……49
生物也“按点生活”……49
合着大海的节奏……52
“偷油婆”的“钟表”藏在哪儿？ ……55

第六章　精妙的“探测器”……58
依依乡恋……58
天上“罗盘”……61
声、电、热的妙用……64
第七章　它们也在“改造”世界……68
造地者……68
森林，从裸岩上崛起……72
泽国的变迁……75
第八章　生物的“战争”（上）……78
“十八般武艺”……79
兵不厌诈……84
走为上计……90
第九章　生物的“战争”（中）……94
青枝绿叶化干戈……94
巧胜蚕食虫……96
植物“吃”动物……100
第十章　生物的“战争”（下）……104
看不见的战线……104
“绿衣女巫”的“巫术”……107
打进“敌人”内部去……109
精心筹划的“谋杀”……112
第十一章　“和平共处”与“友好合作”……116
海燕的“胸怀”……116
大鱼为什么不吃小鱼了？……120
蚂蚁的“畜牧业”……124
丝兰蛾的“授粉术”……126

草木也“择邻而居” ……130
第十二章　生物种群的盛衰 ……133
羊群心理 ……133
旅鼠蹈海之谜 ……136
“挤迫”的危机 ……138
普利比洛夫海狗的命运 ……140
灭绝，便无可挽回……143
第十三章　无声的“爆炸” ……147
鲜花变成“炸弹” ……147
卵海战术 ……148
微生物，大爆炸……151
为“入侵”所扰的澳洲 ……152
第十四章　“活机器” ……157
拆开“活机器” ……158
可贵的“生产者” ……160
假如没有“分解者” ……163
寄生，可不白吃……166
第十五章　驱动力，来自太阳……169
吃来吃去，不离“阳光”……169
“吃”与“被吃”，环环相扣……172
奇妙的“金字塔” ……176
第十六章　“旅行”和“秩序” ……181
碳的“旅行”和“温室效应” ……182
“红潮”的根由 ……185
是妖魔降临水俣市吗？……187
DDT的功过……190

第十七章　微妙的平衡 ……193
跷跷板 ……193
创造和破坏 ……195
要乐园，不要荒漠 ……197
这世界会变得更美丽 ……202

第一章　看不见的巨网

朋友，你喜爱野外，喜爱大自然吗？

到野外去领略自然美吧！野外，大自然雄浑而清丽，质朴而娇美，那是一种令人神往的本色美。

如果你随着春天的身影，来到铺着丛丛密密的芳草和星星点点的小花的草原，也许能够看见：这里刚窜起一只野兔，惊惶地拐着弯儿疾忙蹦走，那边又惊起三五只野鸭，“扑楞楞”地拍翅斜飞；而蓝色的天穹上，鹰却象是一动不动地浮着，伸展开一副长翼……

自然美，深邃、丰富得难以尽言。但当你陶醉于斯时，你想过没有——花草也罢，禽兽也罢，它们都是碰巧聚在一起的吗？乍一看，这些生物好象只是在此时此地与你不期而遇，并无什么秩序可循。然而，它们果真是这样的吗？

夏日，当余晖在天际渐渐隐退的时候，你如果同沉沉暮霭一起来到林间，也许不难碰到这样的情景：蝙蝠的黑影在错杂的林木间穿掠，猫头鹰在幽幽深处喋喋呼号，萤火虫，却在暗色里悄悄点亮一盏盏小灯……这些生物，也好象只是在此时此地与你偶然相遇，并无什么秩序可依。那末，它们果真是碰巧凑在一起的吗？

……

不，不是的。看下去你就会知道，在我们立足的这颗行星上，不论你在什么地方，向你展示的各种生命自然景观，都不

是杂乱无章、彼此隔绝的，从整个地球生物圈直至它的每一个有生命的角落，透过扑朔迷离的生物个体活动，你都可以找到一张无形的“网”，把一些看来毫不相关的生物，连同它们生活的环境，网络在一起。这是一张恢恢不漏、包罗万象的“生命之网”，它确确实实地就张挂在我们的周围。问题仅仅在于，生物同生物，生物同非生命环境，以彼此依赖的关系连结成这张无形巨网，往往是游无定踪，拐弯抹角，不容易叫人一眼看穿罢了。

不妨请看几则自然界的奇闻趣录。

猫和牛；英国老姑娘和海军

达尔文是英国博物学家，进化论的奠基人，他在1859年出版了震动当时学术界的《物种起源》，提出了以自然选择为基础的进化学说。就在这部论证严密、材料丰富的科学名著中，达翁讲述了一个饶有兴味的“猫与三叶草”的故事。

讲到猫，人们多半会联想到鼠，再不就是鱼。猫同三叶草会有什么关系呢？再说，猫同牛虽然都是人类豢养的家畜，但牛耕田，猫捕鼠，各司其职，彼此又有何相干呢？独具慧眼的达尔文，却见怪于不怪，看出了其中的奥妙关系。

事情得先从三叶草说起。原来，在英国长得特别茂盛的红三叶草，是靠丸花蜂来传播花粉的。没有丸花蜂光顾，红三叶草的花朵开得再旺，也结不了籽，繁殖不了后代。

妙的是，丸花蜂的多少，又决定于田鼠的数量，因为田鼠吃这种野蜂的蜂房和幼虫。田鼠势盛，丸花蜂便衰败，田鼠是克丸花蜂的。

好，头绪有了！猫正是田鼠天生的克星。猫多了，田鼠就跳不起来。达尔文由此得出一个结论——一个地区有大量的猫镇住田鼠，野蜂就多；野蜂多了，红三叶草自然兴盛；红三叶草兴盛，牛就不愁发展不起来。要知道，在英国，优质的红三叶草是牛的主要饲料。

一位德国科学家开了一个玩笑。他说，英国海军的主要食品是牛肉罐头。这样看来，红三叶草的盛衰与英国海军的强弱，也不是没有关系的，因此，英国海军的强大，猫应记一功。

生物学家赫胥黎也来凑趣，评论起来也更近戏谑。他说，大家都知道，英国的猫是老姑娘们的宠爱物，主要由她们来喂养，由此推论，英国海军之所以能称雄四海，实在倒还是有赖于英国老姑娘们的帮助。

玩笑归玩笑，科学归科学，两者毕竟不是一码事。但这个有趣的小故事却告诉我们：牛——红三叶草——蜂——鼠——猫，好象一张网上的几个扣眼，各各相连，全部有关，牵一发动全身；表面看一些风马牛不相关的生物，却盛衰依存，祸福倚伏，彼此好象被无形的绳索牵系着。

活的辩证法！一切生物处于普遍的联系之中——这是生态学的一个最基本的观点。放眼生物圈，何处不蕴藏着这种活的辩证法！

马缨丹，祸还是福？

美丽的夏威夷群岛，好象嵌在蓝色太平洋中的一块瑰宝。岛上居民为了把自己的家园装饰得更漂亮，前些年从墨西哥

引入了一种可爱的观赏植物——马缨丹。

娇艳的马缨丹又称“五色梅”、“五色绣球”、“七变花”。不用细述，只要听听这美妙的花名，你就能想见花的俏劲了。全年开花的马缨丹，小花密集成簇，挑在枝头，花冠有红、橙、黄、白诸色，开花后，花色还会起种种变化，美不胜收。

同马缨丹一起被接到夏威夷“落户”的，还有雉鸡和鹦鸲。人们没想到，在新的“住处”里，外来“客”马缨丹与雉鸡和鹦鸲结成了好伙伴。马缨丹紫黑色的浆果，成了雉鸡与鹦鸲的美味食品；而这两种鸟在岛上飞来飞去，又把吃到肚子里的种子，通过排便播向四面八方。

马缨丹于是到处繁殖，占据地盘。岛上原有的绿茵茵的牧场开始遭殃了。牛羊不爱吃的马缨丹，把牧草逐渐排挤出牧场。牧场主因此受到严重的经济损失，大为恼火。

人们又从海外引入二十三种昆虫，专门来对付马缨丹。其中有八种，磨牙鼓腮，大事饕餮，果然战功显赫，使马缨丹停止蔓延，地盘越来越小。以虫治草取得了成功。

但是，人们又有新的发现：马缨丹引进之后，这里原先对牧场和甘蔗园危害很大的一种粘虫，不知怎么就减少了。而马缨丹遭到“围剿”以后，粘虫的危害又加重起来。这是怎么回事呢？

经过研究才知道，抑制粘虫的功劳应当记在鹦鸲身上。原来，鹦鸲不仅吃马缨丹浆果，也吃粘虫，兼好荤、素两种口味。马缨丹兴旺了，鹦鸲也跟着多起来；鹦鸲多起来了，粘虫却随之少下去。马缨丹被昆虫镇住以后，鹦鸲因食物减少，数目也跟着减少，结果粘虫的危害又加重了。

“塞翁失马，安知非福”。生物之间也是这样，扑朔迷离的

关系，常常叫人眼花缭乱，难辨祸福。一个马缨丹，既有过，也有功，不从整体联系上来评论它的功过，怎能得出正确的结论和正确的处理办法呢？

鹿“作恶”以及狼“行善”

在各个民族，哪怕风情迥异的民族，凡有以动物为题材的童话，狼几乎永远担着一个欺负小动物的恶名。“大灰狼，坏蛋！”三岁孩童在动物园里见到狼，多半会这么喊。鹿则不同——在童话中，它总是美丽、善良的化身。

然而，生态学家们却常常讲起一个与上述习见完全不同的故事：鹿怎样作恶，狼怎样行善。这故事与童话可不同，它是真事！

话说1906年以前，美国北亚利桑纳州的凯巴伯森林还是松杉蓊郁，生机勃勃。大约有四千头左右的鹿在林间出没。以贪婪的眼光蹑足尾随鹿群的，是以凶残著称的狼。

鹿的忧患，不知怎的引起美国总统西奥多·罗斯福的关怀。他宣布凯巴伯森林为全国狩猎保护地，随后由政府雇请猎人到那里去消灭狼，好心好意的罗斯福，希望鹿在他的庇护下，能繁殖更兴旺些，人可以猎到更多的鹿。

枪声震荡。在青烟袅袅的枪口下，可恶的狼一个跟着一个，哀嚎着倒在血泊中。“镇压”持续了二十五年，狼与其他一些鹿的捕食者，统共被“镇压”了六千多只。

消灭恶狼，看来是功德无量的事了。一点不错，受到特别保护的鹿，渐渐把凯巴伯森林变成了它们的“自由王国”。自由的鹿，自由自在地繁育，自由自在地在大森林里啃来啃去。很

快，在这块森林里，鹿的同胞们总数超过了十万。同时人们也发现，它们好象被宠坏了一样，越来越不可爱。首先是闹起了“饥荒”。灌木、小树、树皮……一切鹿能吃得到而且吃得下的绿色植物，都遭到扫荡。整个森林象遭了灾一样，绿色在消褪，枯黄在蔓延。紧接着，灾难降临鹿群。饥饿、疾病，象魔怪的影子一样在鹿群中游荡。只消两个寒冬，鹿群就减少六万头。到1942年，凯巴伯只剩下八千头病鹿。

罗斯福起初大概怎么也不会想到，他下令捕杀的狼，居然是森林的守护神；不仅如此，它们还维护着鹿群的康宁。狼吃掉一些鹿，控制着森林中鹿的总数，森林就不会被鹿群糟蹋得如此狼狈；狼吃掉的鹿，多半是病鹿，这自然又抑制了疫病对鹿群的威胁。相反，罗斯福要保护的鹿，一旦在森林中过多地繁殖，倒成了毁林的罪魁祸首。

鹿是善良的，有益的，狼是凶残的，有害的，这种观念延续了几千年，已成为根深蒂固的偏见。凯巴伯森林的故事却反驳了这种偏见。什么事情都不能绝对化，只知其一，不知其二。从局部看，人需要鹿，狼不该同人争嘴，除恶务尽；从整体看，森林里却少不了控制草食动物过分繁殖的肉食动物。

这就是大自然的辩证法。

生活在同一地球上的所有生物都由形式不同的纽带联系在一起。凯巴伯森林的变迁提醒人们要注意这种纽带，人为破坏这种纽带的结果，必将给人类自己带来灾难。于是，生态学便应运而生。

用简明的定义说，生态学就是研究生物之间以及生物与非生物环境之间相互关系的科学。在英文里，生态学写作“ECOLOGY”。这个词源于希腊文，是由“住处”与“研究”两

个词合成的，连起来的意思，就是“住处的研究”。说来也有意思。生物的“住处”就是生物的环境。所以，从某种意义上说，生态学还真可以说是关于生物“住处”的学问哩。

第二章　人和生物的“住处”

提到“住处”，人们十之八九首先会想到自己的家。

家，这是一个多么富于魅力的字眼啊！在壁墙围就的住宅内，漾满光明，漾满温暖，漾满安全感，漾满融融亲情……

谁不向往一个幸福而舒适的家呢？

每个人都关心自己的家，这毫不足怪。可是，人难道能只关心自己壁墙内那“几十平方米”吗？难道不应该关心“几十平方米”以外那更为宽广的“住处”吗？难道不应该在关心人自己“住处”的同时，也关心一下生物的“住处”吗？

生物也有自己的“住处”

人不能没有自己的“住处”，生物也不能没有自己的“住处”。没有“住处”，生物何以存身立命？

许多动物有比较地道的“家”，能够象人一样建筑自己的“住宅”。这一点，早就使我们的古人惊叹不已。

翻开古籍《埤雅》，上面写道：“鹪，性巧，一名工雀，一名女匠。”鹪就是鹪鹩，一种赤褐色的小鸟，活泼好动而又羞怯怕人，大有未经世面的村姑之风。现在，几乎无人叫它“工雀”，也很少有人称它“女匠”，而是亲昵地把它唤作“巧妇”。

鹪鹩“巧”在何处？巧在善于筑巢。它的巢远看似大球，近看如圆屋，上端有顶，侧面开门，倒也精巧可观。外层用细树

枝编织，缝中塞着苔藓，里面衬以软草和羽毛，住在那里一定很舒服。然而，在整个鸟类世界，鹪鹩还算不上是出色的能工巧匠。世界上比鹪鹩更巧的鸟类建筑师还多着呢。

到过云南西双版纳的人，也许看到过黄胸织布鸟吧？这种鸟是世界上有名的悬巢艺术家。它的个儿很小，形似麻雀，织的巢却很大，有的状如大鸭梨，有的酷似蒸馏瓶，全都悬挂在树枝的末端。微风轻轻吹过，悬巢悠然摇晃，煞是轻俏耐看。一只鸟建造这样的悬巢，最初如何将几根纤维系在树枝上，是一个工程学的难题。织布鸟解决的方法奇特有趣。它叼着柔软而坚韧的草条，飞到适宜挂巢的树枝梢头，用脚踏住草条的一端，嘴夹着另一端向树枝上缠绕，最后使两端交叉成结。固定在树枝上的草条、草叶或柳树纤维有许多根，将它们绕枝以外的部分编织在一起，就成了巢的顶端。继而从这顶端向下，编织实心的巢颈。颈越往下越粗，粗到一定程度，中间不再织死，形成一个喇叭口。喇叭口越织越大，大到它满意的时候，织一个硬实的圆环，将喇叭口撑住，免得将来被下面的重量坠直。接着，它在环的下面营造杯状巢室。室成之后，再从最初的喇叭口末端向下编织，边织边收缩，直到能够包住巢室时封口。

世界上颇有名气的悬巢艺术家，还有我国的黄鹂、北美的绿鹂、马来西亚的绿色阔嘴鸟和澳洲的石莺。黄鹂的袋形巢一般都悬在细树枝的末梢；绿鹂的篮形巢则高高地挂在横空树枝的桠杈上。绿色阔嘴鸟编出一条长绳，把小巧玲珑的巢吊在林中水池上面；澳洲石莺不会编绳，只得找来蜘蛛丝，将自己的巢粘在洞穴的石顶上。

鸟儿在建筑方面的灵巧技艺，使大多数别种动物相形见

绌，但在它们中仍然不乏出色的建筑师。鱼类多半“浪迹江湖”，游无定所，海中的刺鱼却能象鸟一样用植物的叶片构筑桶形小巢。章鱼会在海底搬动石头，建造城堡似的住所。若干哺乳动物住宿比较随便，一丛草木，半个岩洞，全可用来栖身，而河狸、水獭乃至一些野鼠，都建有很讲究的住宅。昆虫中的许多高级建筑师精心建造的住宅，从美观和实用上看，更不在鸟巢之下。

蜜蜂的正六角形巢室，以其奇巧精妙，结构合理，早使出色的建筑师赞叹不已。建筑师经过计算证明，同样容积的巢室，正六角形结构所需建筑材料最少，设计最经济。蜜蜂们造个能盛两公斤蜂蜜的蜂房，只需要蜂蜡四克左右，“经济效益”可谓高矣！

吃木头的白蚁，破坏起人类建筑物来穷凶极恶，却享有“伟大的建筑师”之称。小小白蚁，竟能造出对它们来说完全可称为“摩天大楼”的蚁塔。三四人高的塔，里面隧道纵横，曲曲弯弯，宛如迷宫，洞道合计几百米长，宫内有蚁王、蚁后住的“皇宫”，孵卵、育幼的小巢，存放碎叶的“仓库”，栽培蘑菇菌体的“车间”……应有尽有，井井有条，而且通风良好，防热抗寒。

有个窝儿的动物固然不少，但毕竟有许多动物十足是“流浪汉”；植物扎根土壤；微生物飘泊四方，更谈不上筑窝。不过，这些不筑窝的动物、植物和微生物，虽然没有“住宅”，却不是没有“住处”。

草木、庄稼，生长在土地上，那块立足的土地便是它们的“住处”；一群群斑马在草原上奔驰、歇息、游弋、觅食，草原就是斑马的“住处”；鱼类在水中嬉游，水域正是它们的“住处”。

将草木、庄稼移到冰川上，将斑马赶到大海里，将鱼类送到草地上，结果可想而知，它们一刻都活不下去。可见，这些生物原来生活的地方才是它们的“住处”。

一座森林、一片草地、一畦庄稼，甚至一撮沃土、一滴池水，都可以成为某些生物的“住处”。

在含有藻类的一滴池水中，住着微生物世界的许多“居民”。显微镜下，你可能看到，一只单细胞的原生动物变形虫，怎样追捕 吞噬以极微小的水藻为食的草履虫。这一滴水是这些生物共同的“住处”。

翻开庭院一小块青石，方寸之地，你会发现一个生物“大世界”，住在那里的生物数以亿计。蟋蟀、蚂蚁、蚯蚓、马陆、苔藓、小草……这些肉眼可见的动植物，是这个“大世界”中寥寥可数的“巨人”，还有多得惊人的肉眼看不到的微生物。据科学家估计，在不到一克的沃土中，约有十亿多生物，其中绝大部分是细菌。它们的共同“住处”，便是青石之下的泥土。

大海——碧色茫茫的“水晶宫”，是所有海生动、植物的共同“住处”。有人估计，大海里动物约有十八万种之多，植物有二万五千种左右。实际上，海洋生物的种类远远不止这些，每次去深海考察，都会发现一些新的生物种。众多的海洋生物又各有自己的小“住处”——或近海，或远海；或深水，或浅水，或海底；或一丛珊瑚，或一棵巨藻，或一条深沟，或一道岩缝……都可能成为一些生物的栖息地。

生物的“住处”，就是生物生存的环境；任何生物都不能离开环境。不过，请注意：不要把“住处”或“环境”同“空间”混同起来。许多空间是不能住人，也不能住生物的。广漠太空，寥

廓无垠，绝大多数地方人不能居住。皎皎明月，曾引起人们无数美妙的遐想：那里有玉宇琼楼，胜景如画，住着玉兔陪伴的嫦娥，还有不停斫桂的吴刚……但这只是美丽的神话。乘着飞船登上月亮的宇航员证明，月亮虽然皎洁，上面却一片荒寂，压根儿就没有生命的踪影，人也很难在那里住下。即使在地球上，也不是处处都能供生物择居。在那些滴水不见的荒漠里，在没有任何东西可吃的冰川上，生物当然是难以居住的。生物选中某地住下来，是因为那里有它们吃的东西，有活动的天地，有养儿育女的条件，又没有太多的捕食者，经过自然的淘汰、选择，“适者生存”，最后才在那里一代一代地住下去的。

人和生物住在一起

人的住宅大小各异，风貌相殊，恰如夏天原野上的繁花，百姿千态。住宅所在的周围环境，也往往形质不一，气象万千：或是绿野葱茏、阡陌纵横的乡村，或是楼舍栉比、车水马龙的都市，或是云遮雾绕、重嶂迭峦的山岗，或是潮起潮落、水拍浪击的海滨……然而，不管人们住在何地，总要同许多生物住在一起。

乡村无疑是生物的天下。田野、草地、森林 都生活着无数绿色植物，无数的植物又养育了无数的动物。农舍的院里院外，也往往遍种树木花卉，养着鸡鸭猫狗。

城市仿佛由混凝土和沥青路主宰着。有些城市挤满了房子、汽车、人，绿色植物很少。但人们越来越感到，这样的城市很不理想；因而街头绿地和道旁树木越来越多地到城市安家

来了。

无论城市或乡村，人们都喜爱在室内种花育草，养鱼饲鸟，为室内增添生趣。就算室内什么都不种不养，你也离不开生物。比如，不管你门窗怎样严密，居室内都会有一些小虫子“定居”或“来访”。即使一只小虫子没有，也该有许许多多肉眼看不见的微生物吧？

再退一步说，就算你生活在一个无菌的空间里，你也不能不和生物生活在一起，因为在你体表、体内都有无数的细菌。

假如说这一点可以忽略不计的话，那么我们还要提醒一点：即使你生活在一个小小的没有生物的空间里，从吃的、穿的到用的、住的，也都离不开生物。

人类最基本、最主要的食品就是绿色植物。粮、油、菜、瓜、果、糖，全都来自于植物。肉、鱼、禽、奶、蛋，这些产品来自于动物，这些动物也由植物所养活。如果按低水平的食用标准算，一个人一天吃一斤粮、一斤菜、二两肉；再按每亩地每年产大米三百五十斤、面粉二百斤、蔬菜一万斤算，那么，每个人光吃粮吃菜就需要一亩粮田、四厘菜地作保证；每天二两肉如果全吃猪肉，一个人一生就得吃六七十头猪。人们需要的这么多动、植物，自然都要有自己的“住处”。

人身上穿的也来自生物。棉、麻、布取之于植物，丝、毛、皮取之于动物。各种各样的人造纤维，大都由石油、煤等提炼物合成。可是石油和煤又从哪里来呢？还不是古代动、植物变成的吗？

我们的住又何尝能离开生物呢？最早的人类没有房子，住在大森林里，完全仰仗植物的保护。以后人有了房子，无论草

棚、竹寮、木屋、砖房，都要用草或竹或木作建筑材料。即使钢筋水泥构筑的现代住宅，也要消耗许多木材。

每个人在自己周围都可以举出大量的例子，说明人的生活之需离不开生物。

一般人往往只关心自己住宅的那几十平方米，或者再加上住宅周围的小小天地，这显然是不够的。其实，人的“住处”是大小层次不等的一系列活动空间——小，小到住宅；大，大到省、市、国家，以至整个地球。比如说，一个家住上海的人，可以说他住上海，也可以说住在中国，甚至说住在亚洲；假如他有幸遨游太空，遇到外星人，又不妨这样自我介绍：“我住太阳系，地球……”。

人们住的地方可以经常变动，今天住在这里，明天搬到那里。但谁也离不开地球。在浩瀚宇宙内，人们到目前为止还没有找到一个除地球外还可以居住的星球。人目前能在地球上住着，一个重要原因就是地球上生活着大量的生物。

且不说，没有生物的长期进化，人类根本就不会出现；且不说，没有生物供人吃、穿、用、住，人就生活不下去；单说大气内氧气循环的平衡，就少不了绿色植物。人类和一切动、植物，都在呼吸时吸进氧气，呼出二氧化碳。除了生物呼吸以外，物质燃烧和腐烂也要消耗氧气，放出二氧化碳。大气中的氧之所以用之不竭，而二氧化碳也没有充斥其间，就因为绿色植物、包括海中飘来荡去的浮游藻类不停地进行光合作用，吸收二氧化碳，放出氧气。

据估算，全世界绿色植物每年通过光合作用吸收两千亿吨二氧化碳，制造纯氧四千亿吨。要是没有绿色植物，地球上的氧气最多五百年就用光了。到那时，就算每个人的住宅都

极其豪华舒适，又有什么用处呢？

如此看来，各类生物——动物、植物 微生物，在地球上有好的“住处”，竟是人类有好“住处”的前提和条件。但遗憾的是，很久以来，人类就以世界主宰者的身份出现，很少想到要关心一下生物的“住处”。不仅如此，还要毫无顾惜地砍伐森林，毁坏草原，滥捕乱猎野生动物，结果，不但毁坏了大量生物的“住处”，也毁坏了自己的“住处”。

北美大草原毁于谁手？

从纵贯南北的落基山往东，绿色的草原几乎是无穷尽地向天涯伸展、伸展……这里，是绵亘千里的北美大草原。

不过，这只是欧洲人来到这里以前的大草原风貌。那时，这里虽然天荒地远，人迹罕至，但草原却有它自己真正的繁荣。遍布原野的青草，养育着众多的动物。

头大额宽、肩胛高耸、前躯厚实魁伟的北美野牛，一群一群地在草原上移徙觅食，有的一群达几万头。叉角羚，样子长得同羚羊差不多，常常在开阔的草原上疾驰而过。它们夏季小群漫游，冬季大群聚集，遍布整个草原。

机警的野牛和叉角羚，飞跑起来可以同快马匹敌。它们不能不这样，因为狼群随时可能发起突袭。狼在草原上扮演的角色，同在凯巴伯森林一样。狼不难吃到幼小和病衰的野牛与叉角羚，使这些吃草的动物不能无限制地扩展。狼追逐着野牛、叉角羚，又象牧人一样，把它们赶来赶去，使它们不至于在一个地方呆得时间太长，把草地吃得太秃。

草原上还遍布着一种啮齿类动物——草原犬鼠。它们的

洞穴，好象草原上星罗棋布的“地下村舍”。尽管犬鼠能钻洞，行动也必须小心翼翼，响尾蛇、猫头鹰随时都在盯着它的行踪。

大草原一岁一枯荣。也不知经过多少次枯荣，众多的生物在这里竞争求荣，又相互依赖，维持着草原的活力与丰饶。但是，欧洲人来到这里后，一切都变了样。

人们发现养牛养羊赚钱快，便开始以牛羊为中心来改造草原。野牛与叉角羚同牛羊是争水草的，于是被大肆剿杀；狼直接危害牛羊，更是十恶不赦，格杀勿论；草原犬鼠也不能饶恕，因为它们的洞穴就象陷阱一样，牛常常失足陷蹄，折断腿。人们在草原上遍撒毒饵，想把狼和犬鼠一网打尽。

灾难降临了。被毒杀的狼和犬鼠等，七横八竖地躺在草原上，到处都是。然而，鸟类和其他动物误吃了狼和犬鼠的尸体，也纷纷中毒死亡。

死亡笼罩着草原。随着动物接二连三的死亡，整个草原也走向死亡。过去被鸟类捕食的昆虫和小型啮齿动物，大批地繁殖起来，对草和土地肆意进行破坏；人们饲养的牛羊，在一片一片的草原上“聚餐”，吃光了所有的草，甚至草根，使那里的草无法恢复生长。大片大片水草丰美的草原，在失去植被以后受到了风和水的无情侵蚀，不用多长时间，竟变成了荒凉冷寂的沙漠。

北美大草原原来荒无人烟，是野生生物的“住处”，后来成为人的“住处”，但人们忽视了保护野生生物的“住处”，破坏了野生生物在草原这个环境中的有机联系，结果毁了这里的芸芸众“牲”，毁了北美大草原，也毁了人们自己的“住处”。

* * *

破坏是不自觉的，但后果却是严重的。

在任何一个“住处”里，各种生物都密网一般地相联络。这种无形的联络往往不能一下子看清。古人由于认识能力局限，难于看出这种联系。即便现代人，也常常为扑朔迷离的生态联系所惑。从19世纪60年代德国动物学家赫克尔首倡生态学概念以来，尤其是本世纪60年代以来，生态学的发展日新月异，地位越来越重要。人类面临的五大问题——粮食、人口、能源、自然资源和环境保护，无一不同生态学有关。生态问题，说到底是关系到人类能否在自己的共同“住处”——地球上继续生活下去的问题。地球，严格说是生物圈，也是我们唯一的“住处”……

第三章　生物圈上下纵横

地球是一颗蓝色的星。

宇宙飞船的飞行员告诉我们，从天外看，地球披着一件蓝色的“轻纱”，美极了。

“轻纱”，是地球的大气层。

但地球真正美妙迷人之处，却在于蓝纱之内绚丽多采的生命世界。生物圈，就是地球生命共同的“住处”，它是生命世界和它们生存环境的整体。

上下三万四千米

生物圈是环绕地球的一个圈层，这个圈层有多厚呢？

为了回答这个问题，不妨让我们追寻生物活动的踪迹，看看它向上能达到多高，向下能达到多深。

在大陆的表面，平地而起的树木，生长到八、九十米高就算巍巍巨人了，超过一百米的寥寥可数。一株外号“世界爷”的裸子植物——美国加利福尼亚巨杉，能长到一百四十多米，够高了吧（图 1）。不过，树中“巨人”之冠，还要数非洲的波巴布树。它高一百九十米，树干直径达四十三点五米，在它的树桩上完全可以造起一座现代化的多层楼房。

“天高任鸟飞”，人们常常这样说。一百五十多米的高度，鸟儿自然不在话下。但大多数翱翔蓝天的鸟儿，飞行高度都

不超过四百米。大鹫扶摇直上，可以翱翔于七千米高的云端，可谓鸟中“豪杰”。在珠穆朗玛峰八千二百米处，登山队员曾看到山鸦在冰山上空飞旋。它们虽然久居高原，不是从平地飞到这样的高度，但敢于在空气稀薄的高空击翅，还是好样的“勇士”。

比鸟飞得更高的是一些微生物。这些“小不点儿”，没有强有力的翅膀，却善于乘驭上升的气流，飘然飞升二十三公里的高空。那里是通常晴空万里的平流层。不过，“小不点儿”们飞得高是高，却丝毫不值得自豪，因为它们在那里只能处于休眠状态。

从大陆的平地往下，掘洞能手鼠类和某些昆虫，可以向下掘进十几米深。

植物的根，以自己特有的韧劲下扎，一般能扎一到二米深。干旱沙漠中的骆驼刺，被干渴“逼”得向更深处伸展，一直能深到地下十五米处。非洲的巴恶巴蒲树的根系，甚至可以钻到三十几米深的地层里。

图1 美国加利福尼亚巨杉——“世界爷”

巧得很，陆层中住得最深的又是微生物。在地底几千米深的石油矿的水层中，人们发现

还有微生物在活动。

“海阔凭鱼跃”，这话毫厘不差。从海面到深达十一公里的海底，都有生命在浮沉。

人们曾认为，由于水的密度而产生压力，水深每增加十米，就增加一个大气压；那么，在海洋深处，可怕的巨大压力，将把一切鱼类压成肉丸，别的生物也不可能生存。事实推翻了这种看法。1951年，丹麦科学家格雷塞，在菲律宾群岛一处一万零五百米的深渊中，捕获了十七只海葵、六十一只海参、两只双瓣贝和十只甲壳类。在这个深度，水压高达每平方厘米一吨，但这些生物照样在这里生活。它们有自己的“绝招”——体内的空腔充满了液体，这样一来，生物体内与体外的压力就可以达到平衡了。

从地球的水平表面向上到二十三公里的高空，向下到十一公里的海底，合计三十四公里，即三万四千米厚的圈层，都有生命的踪影，都属于生物圈的范围。但生物学家的观察又告诉我们，绝大部分生物都集中分布在大约地面上一百米和水面以下二百米的范围里，这里才是生命最活跃的圈层，是各类生物竞奇斗胜的自由天地。

尔来三十余亿岁

生物圈并不是自古就有的。生命哪天从地球上出现，生物圈也就从那一天开始计算它的年龄。据科学家估算，生物圈的年龄大约是三十多亿岁。

比起地球的年龄——四十六亿多岁来，生物圈要年轻一些，但也够久远的了。

在很久很久以前，大约距今四十亿年前的时候，地球仿佛是一座“炼狱”：空廓的天上，还没有披上“蓝纱”。炎炎赤日，好象古代神话“后羿射日”里十个一齐在天空出现的太阳，暴虐地炙烤大地。没有任何屏蔽的地球，完全暴露在足以杀死任何生命的太阳高频辐射之下。荒漠的大地，也在剧烈地动荡，这里地壳陷落，隆隆作响；那里火山爆发，黑烟冲天。生命，当然不可能在这样的环境里出现。

生命最初的孕育，肯定少不了水的功劳。地球内部的融融高热，把大量的水化成蒸汽，聚为云层。云挡住了太阳的毒焰，地球渐渐变凉，漫长的下雨过程开始了。那是真正的洪荒年代，大雨一口气不停地下了可能有几百年以上。洪水奔涌、汇聚，淹没深谷。海洋诞生了。

大雨大概是在三十多亿年前停下来的。拨开沉沉阴霾，丽日君临苍茫大海。这一回，好象后羿已射落九个太阳，剩下的那个太阳，开始认真地司掌“造物主”的天职。普天万里的太阳辐射，威严而又热烈，恰如一位父亲含而不露的慈爱，慷慨地施予大海，使大海中的化学物质，随着海水不停的摇荡，组合成新的复杂的分子。

倘若只有刻板而坚硬的岩石，没有海，即使有太阳的慈爱，也不会有生命的诞生。惊涛也罢，柔波也罢，大海总在不停地摇荡，仿佛注满母爱、轻轻晃动的摇篮。

摇啊，摇啊，在大海的摇篮里，创造悄悄地、极其缓慢地进行着。起初，从无机物质中产生了有机小分子，有机小分子又形成有机大分子，然后从中产生了具有“代谢”作用的多分子体系。摇啊，摇啊，多分子体系终于越过非生命体的界限，获得了生命的“灵性”，形成了原始生命体，这已经是能够自我复

制和新陈代谢的生命细胞了。

创造是原始的，却无可比拟地伟大。从第一批原始生命体出现起，地球生物圈也就诞生了。

摇啊，摇啊，摇荡不息的大海中，又出现了原始的蓝藻类——地球最早的生命体。它们既渺小，又伟大。浩浩大海，无边荒凉，纤小的原始蓝藻，显得那么微不足道。然而正是这些小东西，开始了对这颗庞大的行星锲而不舍的改造。在它们弱小的躯体中，已经有了一种功能奇妙、能进行光合作用的叶绿素。飘荡汪洋的原始蓝藻，利用那可以说无穷无尽的阳光、水，加上溶于水中的二氧化碳，在制取养活自己的有机养料的同时，释放出氧气。只有短暂生命的蓝藻，却能迅速地繁殖，使大海充满旺盛的生命力。每一个蓝藻放出的氧气也许微乎其微，而数不清的蓝藻，经过亿万斯年不懈的努力，却使大气中的氧气越来越多。据估计，今天我们呼吸的氧气总量的四分之一，就是蓝藻和其他浮游藻类生产的。无怪乎人们说，能进行光合作用的蓝藻的出现，是生命发展史上最伟大的事件之一。

生命在大海的摇篮里进化，到距今二十四亿多年的太古代末期，大海中出现了单细胞动物，然后又进化到多细胞动物，海绵、水螅、水母、珊瑚虫、扁虫、沙蚕、三叶虫、水蝎……，在漫长的岁月里，一个一个地出现了。

早在鱼出现之前，海洋已经生气勃勃。样子象虾的三叶虫，一度称王称霸于世。然而在大陆上，除了淡水水域，却还一片空漠、冷寂，毫无生气。风与浪，曾一次次地把水生的动、植物送上陆地，好象是向那里遣送“生命的使者”。可是，在冷峻无情的光裸岩石上，登陆的“使者”都没有完成“使命”。生

命最早的登陆，大概要归功于距今四亿年前发生的造山运动了。那次运动使沧海退缩，新大陆崛起，气候变暖，大气中氧气增多。新的登陆“使者”——绿藻，在这样的陆地条件下站住了脚，成为裸蕨植物中的顶囊蕨，它是现今二十五万种陆生植物的老祖宗。

往古悠悠，你闭起眼睛想象吧。真难想象，裸蕨植物在登陆时曾历经怎样一番艰辛，才谋得了光秃岩石的承认，又怎样逐寸逐尺地不断扩大自己的地盘，把一片片裸岩踩在自己脚下，直到征服从炎热的赤道至南北温带的广大地区，让绿色主宰大地。

植物登陆，开创了陆地生物发展的新纪元，是生物史上又一惊天动地的伟业。绿色植物覆盖大地，郁郁葱葱，向大气更多更快地补充氧气。细菌、真菌、蝎类、昆虫……陆续登陆。生物圈，从海洋到陆地，都热闹起来了。

甲胄鱼的出现，带来了鱼的世纪。甲胄鱼不仅是鱼的老祖先，也是脊椎动物的老祖先。体小而扁，行动蠢笨，甲胄鱼真看不出有什么稀奇来，但在水里横行的水蝎却不大容易吃掉它们，稀奇吧？——稀奇的是甲胄鱼有了头脑，有了比较发达的感觉器官。甲胄鱼比水蝎优胜。鱼的分化后来渐渐多起来，先是盾皮鱼、棘鱼，后是软骨鱼、硬骨鱼；在硬骨鱼中，分化出长肺的肺鱼和总鳍鱼。

总鳍鱼是向着未来开拓的鱼。它们的特征是有肺，有类似于腿的肉质鳍，同时有了登陆的某种“冲动”。当然，在那鱼的世纪末期，陆地遍布巨大的羊齿类森林，有些长到十来米高，客观上为总鳍鱼登陆作了食物上的准备。但要是总鳍鱼没有任何突破旧生活的欲求，恐怕也不会从水中爬出的。哦，

最先登陆的总鳍鱼，该是怎样艰难地在大地上迈出头几步的！也许是躺在干涸河、池时来自生存欲的驱策，也许是异域风情和新的生活条件的诱惑，或许是某种想象不到的偶然机遇，也许……总之，总鳍鱼一次次地冒出头，挣扎着，尝试着，在陆地上行走，没有被种种不适与苦痛吓得退缩水域，再也不敢冒头，最后，终于把鳍锻炼成腿，把自己演化成新型的陆地上的动物——原始的两栖类。当然，这是在漫长岁月中，不知多少代总鳍鱼努力的结果。原始两栖类，还不敢远离水域。

摆脱水域羁绊、向内陆走去的，是其后出现的爬行类动物。它们向各地挺进，渐渐繁盛，种类越来越多，最后统治了整个世界。那是距今近二亿年前的侏罗纪，被人称为“龙的时代”。这个时代的动物，大多是令人恐怖的庞然大物。空中有飞龙和翼手龙在飞翔滑行，海中有蛇颈龙、鱼龙翻波搅浪，陆地上有梁龙、雷龙、剑龙等“大家伙”奔跑、跳跃。身长可超过二十七米的梁龙，体重竟达一百多吨！怪不得它们又被叫做恐龙，实在大得可怕。

不过，人不必怕恐龙。早在人出世以前，恐龙就退出了历史舞台。距今大约七千多万年前，地球面貌又发生了剧烈的变化。新山崛起，沼泽干涸，气温骤降，植物大量死亡。胃口极大而又怕冷的恐龙，不适应环境的这种变化，很快走向绝灭。历经巨大的造地运动，随着喜马拉雅、阿尔卑斯、安第斯等新山系的崛起，历史又把哺乳动物推上了“生物圈”的中心舞台。在植物界，走上中心舞台的是被子植物，它们的种子因为在子房内发育，又有果皮的保护，比藻类、苔藓类、蕨类裸子植物都要高级，被子植物因而迅速形成巨大的森林带。

距今三百万年前，随着从猿到人的演变，生物进化史揭开

了崭新的篇章。人类的祖先——古猿，在同大自然的搏斗中，走下树枝，手和脚开始明显分工，抬起腰，挺起身，走过漫长的岁月里程，终于变成了人。人一出现，很快成为不同于其他任何生物和自然力的世界统治者。

灿烂的智慧，精巧的双手，赋予人类似乎无穷无尽的力量。人类耕耘原野，冶炼矿石，修路架桥，盖房建楼……给生物圈带来无数的创造。且不说当代人类的杰作，那驶航浩渺太空的宇宙飞船，那一秒钟运算一百亿次的电子计算机，那构筑新的生物体的基因工程，那轰击核燃料以释放核能的核电站……即如人类孩提时代的作品——敲尖磨平石头做成的刀、斧、锄，泥土与火焰的产物——陶器，也是生物圈里从来没有过的。从高山到平原，从乡村到城镇，人的创造，使生物圈的景观无比瑰丽，迥然不同于漫长历史的任何时代。

尔来三十余亿岁。请想想，今天我们同大约一百五十多万种生物共同的“住处”——生物圈，是大自然怎样丰厚而珍贵的一份遗产！

五亿平方公里漫游

如果按地球的表面积计算，生物圈的总面积约有五亿多平方公里。

在这广袤的疆域内，生物的踪迹几乎无处不到。芸芸众生，按照地理环境条件，形成了生物圈五彩缤纷的自然版图。我们不妨插上想象的双翅，到生物圈这个大千世界的各个领域，作一次假想的漫游。

我们从赤道起步，先到热带雨林那个碧色茫茫的神奇世

界去领略一番。

炎热的气候，充沛的降雨，炙人的阳光，这一切都显得那么富有，于是也造就绿色植物和动物的富有。步入密林，你会感到天地陡然仄小。数十米高的乔木高入云天，但你难以见到蓝天和棚起的树冠——茂密的枝叶遮天蔽日，使林间幽深湿暗。大树上垂生的藤本植物、紧缠树干的绞杀植物、丛生地面的灌木、树干阴处和地上暗处浅浅的地衣、苔藓……挤挤攘攘，使尽自己的本领，各自在这里占据大树以外的空间。繁密的青枝绿叶，使森林的许多地方人压根儿就无法通过，只好靠一身蛮劲的大象或挥舞斧锯开道。

多层次的森林，造就了多样化的生物世界。植物自然不必说了。在南美洲圭亚那半径八公里的热带雨林中，仅有花植物就有四百五十五种，而整个欧洲植物区系中，乔木和灌木合起来也不到二百五十种。

动物种类也一样丰富。它们在森林上上下下的各个角落里，寻到自己理想的“住处”，形成不同种类的独特风貌。在中美洲的哥斯达黎加，一片五万多平方公里的热带雨林，哺乳动物多达一百九十六种，而整个苏联二千二百四十万平方公里的国土内，哺乳动物才二百九十六种。

热带雨林的动物虽然千姿百态，但都喜温喜湿，几乎没有例外现象。它们终年活动，既不冬眠，也不夏眠，很少有进行季节迁徙的，只是明显地分为昼出与夜行两种类型，而多数又是属“夜猫子”的，好在夜间出来活动。在燠热闷湿的大森林里，想必夜间比白天凉爽、舒适吧。

热带雨林的面积，约占全世界森林面积的百分之四十。在赤道穿过的中、南美洲、非洲和亚洲的热带，都有大片大片这

种古老而极其繁茂的植物群落。我国海南岛和西双版纳也有不少热带森林区。

往北走，来到北纬三十度到五十度之间，横贯着逶迤的温带落叶林。这里四季分明，冬冷夏热，森林的主要树种是山毛榉、栎树、槭树和桦树等。春风吹拂一片嫩绿，夏日辛辣浓荫如盖，秋霜凝重层林斑驳，冬雪皑皑叶落林疏。狼、狐、兔、鹿、鼠、苍鹰、杜鹃、斑鸠、啄木鸟等各种兽禽，是大森林里的常客。许多动物一到冬天就冬眠，不吃不喝，一觉睡到春天复甦。还有一些动物，春天从南方迁来，深秋又搬回南方。这些动物虽然怕冷，却好象对走远道满不在乎。

分布在更北面的，是北纬四十度到六十度之间的北方针叶林带；横贯欧、亚、北美大陆。这里冬季漫长而严寒，夏季短促而温凉，植被以高大的云杉、冷杉、松、落叶松等针叶树为主。夏天在这里居住的动物，到了冬季大多数也要冬眠，或者往南方跑。但也不都这样。少数不怕冷的“家伙”们，如雪兔、白鼬、银鼠，即使到摄氏零下四五十度，也要到雪地里去为自己找食。在这个白雪皑皑的琼瑶世界里，它们的毛色几乎都换成了白色。为了防止在找吃的时候反而成了人家的“点心”，自然是“穿着”素一些为好。

走出森林，让我们到另一个绿色世界去开开眼界。草原宽阔无比，以雄浑、粗犷的风情，任由你的想象与目光驰骋。

温带草原几乎没有树。萋萋芳草，绿漫天涯。冬寒夏暖，一岁一枯荣。夏天草原繁花缀生，好象茸茸绿毯织以五彩锦图。你也许会纳罕，为什么大树不能在这里落脚？但你若是知道这里大都是大陆性气候后，就不会奇怪了。既有一定的降雨供野草生长，不致于造成干旱的沙漠；又没有那么充沛的

降水使树木繁荣，于是便形成了草原。

开阔的草原，是奔跑动物大显身手的天地。野牛、黄羊、黄鼠、旱獭、野兔……，遇敌时撒开腿没命地跑；狼、狐狸、鬣狗……为了追逐猎物而拚足劲儿地飞奔。世世代代的奔逐，赋予草原动物为速度而争强斗胜的性格。野鼠在速度上处于劣势，便发展了掘穴钻洞的本事，在开阔的绿地上找到了自己生存的地位。

热带稀树干草原是茂盛的禾本植物的“王国”。一些个头矮小的乔木如相思树等，却以特殊的本领挤进这个草的“王国”。孤零零的独株乔木，稀稀落落地点缀着草原。瓶树（又叫纺锤树）是些横粗的矮胖子，两头细，中间粗，活似个大纺锤（图 2）。它的胖，是因为需要有那么一个膨大的空心“肚子”

图 2　南美洲的纺锤树

用来储水。通常一棵中间直径五米的瓶树，能容二吨水。这里的草原终年炎热，没有春夏秋冬，只有雨旱两季。雨水旺

时，瓶树拚命吸饮，把空“肚子”装得满满的；旱季来时脱了一身树叶，再慢慢饮用。这里动物活动的兴衰，都以降雨为转移。雨季一来，鸟儿从其他地方飞来，夏眠的昆虫一觉醒来，百兽的兴头都大起来。大群的斑马、长颈鹿和各种羚羊，在广阔的绿草原上，与狮子、豹等猛兽艰苦地周旋。一到旱季，叶落草枯，鸟类拍拍翅膀又飞往他乡，昆虫不耐干热，蛰伏于阴凉处，索性睡一大觉。整个旱季里，草原一片肃杀。

荒漠是更艰苦的环境，也占着广大的地域——相当于陆表面积的五分之一，同草原的“版图”面积不相上下。它们分布在热带和温带的干旱地区。荒漠雨水奇缺，空气干燥，日照强烈。大部分的荒漠，飞沙走石，寸草不生，一片荒芜。有些“癞痢头”模样的荒漠，零零星星地长着一蓬蓬旱生植物。它们大多生得低矮，特别能耐旱，如仙人掌。另一类是沙拐枣、沙蓬等短命植物，只消些许降雨，便匆匆抽芽、开花、结果，三星期左右就度过了它们的“一生”。生命虽短，它们却敢向荒漠“挑战”。

有了植物，就会有动物。常见的是鼠类、蝗虫、蜥蜴、鸟类。有是有，总归是热闹不起来。野鸽凄清的啼声，似乎为大漠更添了几分荒凉。为了在这里活下去，动物们大都昼伏夜出。当烈日烤炙、干焦的砂砾热得烫手时，它们无论如何要寻个歇凉的洞子。连鸟儿也常常找个鼠洞，没头没脑地钻进去。为了保住体内那点珍贵的水分，动物们小便稀少、大便干燥，许多动物连汗腺都没有了。真个惜水如金！人们熟悉的沙漠中的庞然大物——骆驼，巧妙地适应着这艰难的生态环境。它蹄下软垫发达，不陷沙；鼻带“开关”，可启可闭，阻飞沙；双眼皮、长睫毛，不怕沙迷；背上驼峰，存着吃的喝的，一个月不进饮食也

打熬得住。

冻原也是荒漠，人称冷荒漠。一类是北极以南、温带针叶林以北、土地终年封冻的冻原；一类是高山冻原。冬天乘驯鹿爬犁去冻原，真是别有风味。但如果没有人的驱迫，这时驯鹿本应该掉头南向，到稍暖些的针叶林里去过冬的。漫漫寒冬，冻原上只有少数饥肠辘辘的北极狐、雪枭等，还在冰天雪地中苦苦地逐猎旅鼠。冻原的夏天，好不容易来了。微弱的阳光虽没有南方的那种火辣辣的热情，但因为每日长久地挂在天上，也使顽劣的冻原浅浅地化了一层表皮。昆虫，鸟类，小兽，驯鹿，还有尾随着驯鹿的狼，这才陆陆续续地回到冻原。这时，由于冻土带上地衣、苔藓、草和矮灌木都蹩足劲地生长起来，这些动物就不必为填饱肚子发愁了。

现在该走出大陆，去访问生物圈中那古老的“生命摇篮”——海洋了。海洋是一个庞大的“蓝色王国”，它的“疆域”（总面积）达三亿六千万平方公里，占地球表面积的百分之七十点八。这里现在还不是人的居住区。

掬一捧海水，清莹透明，里面似乎除了水一无所有。但取一滴放在显微镜下，勃勃生机立即跳入你的眼帘。哟，那么多金黄色的“小盒子”，盒上还雕着各种各样美丽的图案。它们是单细胞的硅藻（图 3）。瞧，那里还有几只游动的小虫，正在贪婪地吞食硅藻。

人们往往只知道，大海是鱼虾龟蟹的天下。其实藻类才是最庞大的“水族”。这些随波逐流的微小生物，是海洋中有机物质的主要生产者，数量大得惊人——海中藻类的总重量，比鱼类大五百到一千倍！（对此你也许会感到惊奇，其实这样的比例不是没有道理的。这个道理我们在书末还会讲到）。在

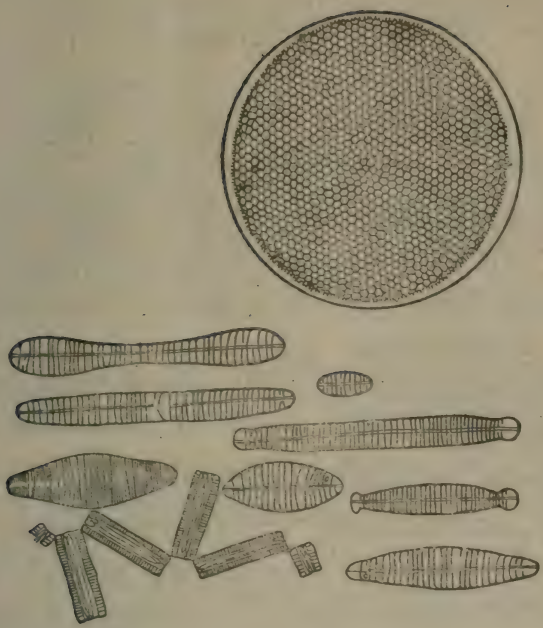

图 3 各种硅藻壳面上的花纹

一升海水中，有几十万个乃至上百万个藻类。如果条件优越，它们在一天之内就可以使自己的数量翻一番，把海水都染成黄绿色或蓝绿色。

可贵的藻类在阳光下进行光合作用，制造有机碳。在生物圈中，由光合作用形成的有机碳，有百分之八十八是海生植物的功劳，其中又首推单细胞的藻类。它们就象草原上喂养昆虫、鼠、兔子的青草一样，喂养着浮游动物，浮游动物又喂养小鱼，小鱼喂养大鱼。当然，还有一些藻类生活在海底。总之，说到底是藻类这些植物喂养了整个大海。

在浅海的海底，还生长着各种各样的海藻。有的飘如带，

有的细如须，有的长着肉质的分杈，酷似鹿角。许多海藻好象有“根”，其实不能叫根，只是一种固着器。因为它不会吸取养分。它们是靠叶片从海水中和日光中获得养料的。最大的海藻，一株就有二三百米长，比树中之冠——澳洲桉树还要长。据初步调查，全世界仅褐藻就有一亿吨以上，红藻就更多了。

靠藻类养活的水中动物，和藻类一起构成了浅海繁闹的世界。这也是一个有层次的生物群落：上层，浮游生物；中层，游泳生物，主要是鱼类；下层，底栖生物——有的固着海底，如海绵；有的爬行或蠕动，如海参、海胆、海星；有的游泳，如善于改变体色的比目鱼；蛏子等贝类和沙蚕之类，则常常埋身于浅海底泥沙之中。

水平面二百米深以下，是暗沉沉的深海区。这里几乎没有植物，但还有许多动物。它们有的常常浮到浅海去“打劫”，有的等着吃那些从上层沉落的生物残骸，颇有点儿“等着天上掉馅饼”或“守株待兔”的劲头，一些小动物靠深水细菌养活。生活在更深处的深海鱼，大都是瞎子，长得怪模怪样，有点儿狰狞相。它们的身体骨轻肉少，嘴巴一般都大得与身体不成比例。在幽暗空旷的深海，生物稀少，觅食不大容易，想来嘴不大点要挨饿的。

珊瑚礁是大海的“珍珠”。洁白的，或五彩缤纷的珊瑚，长着鹿角似的分枝，宛如天成其然的艺术品，十分惹人喜爱。许多人把它作为摆设陈放室内。但有人也许还不知道，由这些艺术品堆砌的珊瑚礁，还是海洋中一个重要的生物类群呢。

珊瑚生在太平洋、印度洋和大西洋这三大洋的热带浅海，以太平洋西南部为最盛。世界最大的珊瑚礁群——澳洲昆士兰的大堡礁就在那里。它长二千四百公里，宽二到一百五十

公里不等，总面积八万平方公里，比斯里兰卡面积还大，被人们称为“海上长城”。构筑这条“长城”的，是起初被人们误认为植物的珊瑚。

大概因为珊瑚不动，人们才作出它们是植物的判断吧。但不动的生物可并不全是植物，再说，珊瑚也不是不动的生物。原来，它们是由密密麻麻聚生一起的珊瑚虫形成的。每一只珊瑚虫在水中都会伸出小花瓣似的触手，把游到跟前的小鱼、小虾捉住吃掉。想不到吧，美丽可爱的珊瑚，竟是小鱼小虾们的恶煞神。

珊瑚虫家族共聚一簇，以芽生的方法繁殖，生生死死都不分离。死珊瑚的骨质遗骸堆聚一起，越积越多，渐渐就成了礁——有的沿着海岸生成岸礁，有的在浅海构成堡礁，有的在海中形成一个大圈，四周的珊瑚礁如堤，中央好象一面镜似的湖，这叫珊瑚环礁。

美丽的珊瑚礁，构成了绮丽多采、生气盎然的独特的海洋生物群落。礁丛周围，宛如繁闹的“海上动物园”。礁丛中茂密的藻草，成为鱼虾等动物的美妙的“住处”。被追逐的鱼虾，只要逃到这里，在礁丛中三拐两拐，就好象钻进“迷宫”一样，转瞬之间无影无踪，使逐猎者无可奈何。不过，这里集聚着那么多的鱼虾，还是引得深海大鱼围着礁丛转悠来，转悠去，恋恋不忍离去。海鸟，则转着圈儿在海面上盘旋、徘徊……

潮间带，也是一个生气勃勃的所在。

这是大海与陆地共有的边缘，也是它们的结合部。无论岩岸还是沙滩，时而日晒风吹，时而水浸浪打。潮起，潮落，这里的温度、空气、日光、盐度等等环境条件，一日两变，水生环境与陆生条件有规则地交替变化。

严酷的环境，却也磨炼了许多有韧性的生物。为了御浪，许多动植物首先在立住脚上打主意。红藻、绿藻、褐藻，茎叶柔韧，固着在岩礁上，不怕激浪来冲刷。牡砺会分泌一种粘性很强的粘合剂，牢牢地把自己粘在岩石上。即使十二级风浪摧打，也奈何不得它。贻贝分泌出一条条纤细的足丝，好象一根根缆绳，紧紧地把自己系在岩石上。小小的藤壶煞是有趣，好象一顶顶锥形的小笠帽，密布在岩石上。潮去了，笠帽能遮日蔽风；潮来了，它紧紧吸附在岩石上，任你怎样拍打，它自稳然不动，当海水浸没它时，它稍稍抬起"小笠帽"，正好张口吸食浮游生物，饱餐一顿，日子过得也满不错。晒不死、冲不烂，具有与水陆两样环境条件抗争的本领，这就是潮间带生物特殊的性格。

正由于这种性格，使条件严酷的潮间带也成为一个热闹的生命世界。别忘了，在这个地方，日光，水，空气——生命所需要的这些基本条件，都是不匮乏的。

好，现在让我们拢起想象的双翅，结束对生物圈的掠影式漫游。这时你大概会感叹，生命的大千世界，真是太丰富了！你还可能疑惑，如此不同的生态环境，生物们是怎样觅到自己的"住处"的呢？

这里，也蕴含着生物与环境的某种规律性的关系……

第四章　适应环境者生

在小学校园的草地上，一个天真而细心的孩子好奇地问老师，为什么小草小花常常是成片成片地生长，这里长出一片蒲公英，开着黄色的小花；那里却长出车前子，竖着些“小棒棒”？

问题好象有点儿简单。不过，孩子往往会问出一些看来简单，里面包含的道理却并不简单的问题。如果不用心探究，未必就能给孩子们作出圆满的回答。

生物圈无比广阔，结成一个整体，但各种生物在其中只占据一定的空间。苍蝇、蚊子、家鼠、蟑螂、跳蚤够多的吧，不管人们怎样讨厌，花费多大精力同它们作战，它们好象还是遍布全球，到处都有。但它们也只是集中分布在人的周围，是人携带着它们翻山越岭，走遍天涯的，人到哪里，它们也跟到哪里。更多的生物分布得没有这么广泛。

各种生物有各自“住处”，许多生物分布在十分狭窄的地方。那么，为什么一些生物能在这里住着，而另一些生物只能在那里住着？这正是那个天真而心细的孩子提出的问题。当我们在千姿百态的生物圈神游一周以后，也许可以大略地领悟到其中的真谛。各种生物住在各自“住处”，说到底是因为它们经得起周围环境各种条件的考验；换句话说，它们适应于环境。否则的话，它们是不会在那里住下的。

生命，顽强还是脆弱？

有时候看起来，生命顽强得简直令人难以置信。

有许多诗章献给野草。野草象征着生命的顽强。不消说田野，路畔，舍前舍后，即使在永不开化的冻土带，贫瘠的岩石上，房顶的瓦楞间，柏油路的裂缝里……也都有野草的足迹。人踩，蹄踏，它带着伤又挺起来；烈火吞噬，化为灰烬，来年春风里，它又泛出新绿。

在自然界，我们可以看到许多生物，它们离奇的顽强性和耐度，远远超过野草。

拿耐热来说。由于蛋白质一般在摄氏五十多度开始凝固，普通生物很难在超过这个温度的环境中生存。但是，也有不少生物突破了这条“框框”。

在赤道热带，有不少日子气温高到摄氏六十度以上，而许多生物包括人都照样生活得很好。

美国的黄石公园，有一个热得下不去手的温泉，水温达到摄氏八十八度，水中却仍有活着的菌类。

一般植物的种子，沸水一煮就熟了。但把澳洲的合金欢树种子放在沸水中煮一个小时，它发芽反倒更快。

人们更难想象的是，在沸水中还会有活的生物。事实是，有些细菌和病毒，在沸水中能挺半个多小时。

征服沸水的动物是生活在希腊维库拉热泉中的烫鼠，开水似乎是它们的“乐园”；它不仅在这样的环境里皮肉无恙，没有一丝痛苦，反而上下窜游，嬉戏自若。

最不可思议的是，有一种奇异的细菌，竟能在摄氏二百五

十度的深海喷热间歇泉中生活。这是两名海洋学家——贝罗斯和戴明，1982年在太平洋水深二千六百五十米的一处深海盆地发现的。沸腾的海水从间歇泉中涌出，由于海底极强大的压力，在摄氏三百多度下仍然保持液态。在这样的温度里，任何生命都会立即死亡。可是这里却生活着旺盛的生物群体——一种细菌。贝罗斯和戴明把这些细菌装在密封容器里送上水面时，细菌在摄氏二百五十度高温中不仅活着，还满不在乎地繁殖。如果把温度降低，降到摄氏一百度，细菌就死亡了。

奇迹，真是奇迹！科学人员用电子显微镜反复对它们进行研究，想发现它们有什么特异性能，结论却是：它们拥有普通细菌的所有主要特性。

这种细菌的发现，被人们认为当代生物学的一大奇迹。

一些生物耐寒的本领，给人的印象也十分深刻。

在酷寒的两极，都终年生活着一些不怕冻的生物。北极白熊丰茸的皮毛下，长着肥厚的脂肪，即使冷到摄氏零下八十度，它们也熬得过去。

一场无情秋霜，百花肃杀。然而雪莲却能在摄氏零下二十多度的冰山雪岭上傲然挺立！在北极冻土地带，当初春还在摄氏零下十度的温度线上徜徉时，一种叫西维尔夏的草本植物，就顶着冰凌放出金黄色的花朵了。

还有一些生物的耐寒能力，一定会使你惊奇得咋舌。北尼日利亚蝇的幼虫，能在摄氏零下一百九十度低温中生存四十七个小时，不停止发育；在摄氏零下二百七十度的液态氦中，还能“咬牙”挺五分钟不死。

摄氏零下二百七十三点一六度是绝对零度，低温到此为

止。但酵母菌、无孢子细菌，还有干燥的线虫，甚至能在接近绝对零度的情况下生存很长时间。它们应当并列获得“自然界最耐寒生物”的称号。

当然，与以上这些耐热耐寒的生物比起来，许多动、植物显得比较“娇气”，冷了不行，热了也不行，对温度条件挑剔得很。非洲紫罗兰喜欢的摄氏二十度气温，却使英国雏菊活不下去；而在英国雏菊惬意的摄氏十度里，非洲紫罗兰只好“冻”死。同样是摄氏十度的水温，温带许多鱼乐不可支，热带鱼却视为“寒带”，不敢问津。有一种果蝇对温度的反应简直有点“神经质”，摄氏七度时活七个星期，四度时活三个星期，一度时只能挺两个星期。

干旱，是自然环境对生物的又一种严峻考验。生命离不开水。构成生物体原生质的主要成分便是水。人体内的水分约占总体重的百分之七十。海中水母体内水分占体重的百分之九十五以上。生物一般失去体内水分的三分之一便会死亡。但许多生物具有耐干渴的奇异功能。

仙人掌、仙人球，被誉为“沙漠英雄花”。它们的茎表皮生着厚厚的角质层，象打了蜡一样，使贮在体内的水轻易蒸发不掉；它们肥硕的茎，能贮不少水。因此，沙漠中即使几个月不下雨，也渴不死它们。有人把一棵七十五斤重的大仙人球移到室内，六年不浇水，它照样活着，只是体重减了二十二斤。

有一种海葵，故乡在大海，你可能以为它是须臾也离不了水的吧，好，试试看——让海葵离水十五到十八天，一直干得象葡萄干一样，这样一来，你一定会以为它无论如何是活不成了。可是，你要是把它放回海水留心观察，肯定会惊讶不已

——它慢慢地活转过来了。

那么鱼呢？都说“鱼儿离不开水”，但有些鱼就不怕河枯塘干。大旱来临，水绝底裂，非洲的肺鱼早象蚕一样造个小“泥茧”，钻进去任你旱它几个月。有的肺鱼能在“泥茧”中呆两年不死。等到雨季来临，大雨滂沱，把“泥茧”冲开，肺鱼又悠哉游哉，嬉戏于重新汪满清水的池沼。

你听说过一辈子滴水不饮的动物吗？它就是美国西南部沙漠的更格卢鼠。当然，不饮水不等于不吸取水。它是靠吃一种植物的种子来吸收水分的。不过，这种旱地里生活的植物种子含水也很少，只占本身重量的百分之十。

百川汇海，潮起潮落，江海相通，似为一体。但大部分海鱼不入江河，大部分江鱼也不敢涉足汪洋，中间似乎有一道不可逾越的鸿沟。

一个重要原因是，水族众生耐盐度不一样——有的“口轻”，有的“口重”。淡水鱼要求水中含盐量不超过千分之一，咸水鱼黄鲷却要求不低于千分之三十四。横行的河蟹“咸淡”皆宜，淡水也去得，千分之三十五盐度以下的海水也去得，还能短期生活于缺水的陆地，这些“无肠公子”可谓横行无忌。

妙的是，“口重”的动物各有一套排盐的拿手好戏。海鸥在鼻子上打主意，通过鼻盐腺，能从鼻子中分泌盐分很高的鼻液。一种喝海水的小袋鼠，肾脏特别好，排尿的盐度比海水还要高。海龟老是流泪，却不是感情脆弱，好哭鼻子——它的泪水盐分特别高，流泪可以排盐。海蟹排尿器官位置生得怪，在额角前端，大触角基部的触角线上。海中的硬骨鱼，排盐靠的是两鳃。这真是“八仙过海，各显神通”，都有一套适应咸水环境的独特本领。

辐射线，是生物周围一种看不见的环境因素。紫外线能杀菌，能伤害人的皮肤，也能帮助人治疗佝偻病。X射线就有点儿令人生畏了。然而，在欧洲的斯拉夫热辐射矿泉中，却有一种小小的鞭毛虫，在大量的X射线照射下，仍然若无其事。线虫的幼虫可以承受的X射线辐射量更是大得惊人，这些量的射线足可使一百八十人丧失生命。

形形色色的生命，以自己独特的适应能力，占领着生物圈中大大小小、形质不一的环境。石油蝇的幼虫能生活在石油中，象鼻虫能在使人与其他动物立即死亡的二氧化碳气中生活几个小时。科学考察者在南极的岩石中心，发现了一种不吃不喝，冰冻了几千年、解冻后又繁殖起来的细菌。一种兼有耐旱、耐寒、耐热、耐辐射几种本事的缓步虫，干枯几年不死，摄氏零下二百多度能活，零上一百多度能忍，X射线和紫外线都不怕。因此，从高山到大洋，从两极到赤道，都可以找到这些小生命的踪迹。

生物的适应性广泛，占领的空间也广泛。反之，对生活的条件挑剔得很苛刻，就容易作茧自缚，划地为牢，一旦环境发生变化，往往因无法适应而灭亡。大熊猫是我国动物中的“珍宝”，但它离了冷箭竹等竹子便不能生活。每逢它们生活的地区竹子大量开花枯死，大熊猫的生存便岌岌可危，需要人们化费很大气力去抢救。澳大利亚的大袋鼯，外号“大个子飞翔家”。它身长一米多，展开翼膜在林间滑翔时，一次能飞一百多米，飞姿飘逸轻盈，极其精彩。但其他大洲任何地方都看不到它的出色表演，因为除了它家乡的一种带薄荷香味的桉树叶外，它什么都咽不进去。

铁面无情的“法官”

1944年时，人们曾估算过，北美洲大约有十二亿五千万只野鸭。人们预计，按每只野鸭子一年平均产卵十到十六只算，第二年这里应该有九十亿只野鸭。

冬去春来，一年过去了。人们再一估算，野鸭子还是十二亿五千万只左右。这就是说，一年中大概死了七十七亿只野鸭子。

据调查，大约有两亿只野鸭子死在猎人枪下。那么，大多数野鸭子死于天敌、疾病和其他自然灾害。于是有人说，它们死于“环境”之手。

然而，在1945年继续生活着的十二亿五千万只野鸭子，不也是靠“环境”之手养活着吗？

阳光、空气、水、温度、土壤、其他生物……所有这些，构成了某一生物体或某种生物周围的环境。生物既靠环境生活，又受环境的制约；既同这些环境因素相适应，又同这些因素抗争，于是才有生存、发展的地位。

草履虫只能生活在淡水中，倘若把它放进海水中，它会立即死亡。但有人试验，如果在草履虫生活的淡水里，一点儿一点儿地加盐，它就会适应一定浓度的咸水，在它原来不能生活的环境中住下。

从不适应到适应，环境“逼”着草履虫改造自己，适应环境。在这个试验里，草履虫的这种改造，是用人工加盐的方法“一点儿一点儿”进行的。从某种意义上说，大自然不也是这样“一点儿一点儿”改造生物的吗？不同的是，这种改造是在

极其漫长的岁月中、极其缓慢地进行的。改造的方法是极其严峻的选择——适应环境者生存，不适应者淘汰。

英国博物学家达尔文首先发现了这种现象。他在二十二岁那年登上环球航行的“贝格尔号”。五年航行，沿路考察，使醉心于探究大自然奥秘的达尔文眼界大开。在风光绮丽的南美洲西海岸，达尔文登上加拉帕戈斯群岛，被岛上迷人的生物物种的多样化迷住了。在葱茏的林木中穿梭飞翔的金翅雀群，样子长得都差不多，却分属十几个种。它们有的吃昆虫，有的吃仙人掌，还有的凿开树皮，叼着仙人掌刺勾取树皮里的虫子。

“这使我感到惊讶”，达尔文在日记中写道。看起来，这些金翅雀有一个共同的祖先，但为什么会分化出十几个种来呢？

用法国博物学家拉马克“用进废退”的学说，也许可以说得通：有的鸟力图吃昆虫，有的鸟力图吃仙人掌……它们经常这样使用它们的鸟喙，于是喙形就发生了适应性的变化。达尔文当然没有被这种说法拘囿。他观察、比较，最后得出了自己的思索结果：金翅雀是从其他地方来到岛上的。起初，他们只吃一种食物。由于岛上没有竞争者，它们大量繁殖起来，紧接着就发生了食物恐慌，许多鸟儿饿死了。但有些鸟儿被迫改吃昆虫，吃较大较硬的种子，吃仙人掌，或者叼着仙人掌刺去勾取树皮里的虫子……它们活了下来，传宗接代，“一点儿一点儿”地，它们的后代继承了前辈有用的能力，便形成了有各种适应方式的不同种类，在这个地方住下了。

继续航行，气象万千的生态现象，不断地丰富达尔文对生物世界的认识。1836 年，达尔文乘着“贝格尔号”，满载着考察材料和新颖的思考回到英国，又开始了新的“远航”——对生物进化学说的探索，最后终于写成了《物种起源》这部巨

著，为伟大的科学发现——进化论，奠定了科学基础。

达尔文发现，所有不同种类的生物都有一个共同的祖先。现在生存的丰富多样的生物——已知为一百五十多万种——都由共同的祖先，在进化的过程中，通过生物的变异、遗传和自然的选择，从低级到高级，从简单到复杂，从少到多，慢慢地发展起来的。他写道——

> “我们可以比喻说，自然选择在世界上每日每时都在精密检查着最微细的变异，把坏的排斥掉，把好的保存下来，并把它们积累起来；无论什么时候，无论什么地方，只要有机会，它就静静地不知不觉地工作，把各种生物与有机的和无机的生活条件的关系加以改进。”（达尔文：《物种起源》，科学出版社1972年版，第56页）

自然选择，犹如一个铁面无私的“法官”。它公正地对待一切生物，对它们任何微小的变异给以肯定或否定。它决定着，北美哪十二亿五千万只野鸭子可以住下去，哪七十七亿只野鸭子不能不死亡。

有一个典型的例子，可以显示这位“法官”的公正、严明。

1850年前，英国各地遍布一种浅色的胡椒粉蛾。它们常常落在生着浅色地衣的树干上，浅色的身体，正好是蛾子巧妙的伪装。

工业革命带来的滚滚浓烟，使不能象以前很好生长的地衣，渐渐变成暗黑色。显眼的浅色蛾，来不及更换伪装，纷纷遭到鸟类的歼击，越来越少。与此同时，颜色深的飞蛾却兴旺起来，它们受到暗黑色背景的庇护，常常能蒙蔽鸟类的眼睛。

环境的改变，逼着飞蛾改变自己。结果，改变自己以适应

新环境的深色飞蛾成功了，不适应新环境的浅色飞蛾被淘汰了——自然选择这位“法官”作出了无情裁夺。

大自然本身就是一位择优汰劣的大“法官”。据科学家估计，自生命诞生以来，自然界曾出现过大约三亿左右的物种，而现存只有一百五十多万种。灭亡的超过生存的成百倍。自然选择毁灭着，也创造着，创造出一个千般万样、变化无穷的生物世界。

它创造了小自肉眼看不见的细菌，大至一百五十到一百八十吨的鲸；它创造了滑头滑脑的猴儿、怪头怪脑的章鱼、鬼头鬼脑的蝙蝠、呆头呆脑的袋熊；它创造了洁白的荷花、娇黄的迎春、火红的榴花、会变色的弄色木芙蓉；它创造了会发电的电鳗、会发光的发光鲷、会爬树的攀鲈、会飞翔的飞鱼、会跳跃的弹涂鱼——可以说，自然选择这位“法官”才是真正的“造物主”。它无处不在，无往不能，无时不有。任何一种生物在某一“住处”生活，都逃不过它的裁夺：要么适应，住下来，要么不适应，走开，或者灭亡。

“袋袋”和魔术

魔术师往往有一个奇妙的布袋。你明明看好那是一只空袋，明明瞪大眼睛一眨不眨地盯着，魔术师每次把手伸进袋里，却都能摸出一样东西来，好象掏不完似的，越变越多。

说来也怪，大洋洲有好多动物，雌兽的肚子上都有一个皮袋。当然，这不是魔术师的那种袋袋。

孩子好象都喜爱有袋动物。瞧那慈祥的大袋鼠（图4）妈妈，整天把孩子装在袋子里，走到哪儿带到哪儿。小袋鼠在这

图 4 大袋鼠

个温暖舒适的育儿袋里，吃喝不愁，风雨不怕，叼着奶头过七八个月的“襁褓”生活，一直到能独立生活为止。

在大洋洲，同大袋鼠一样肚子上长袋袋的，还有袋狼、袋貂、袋鼬、袋獾、袋蜜貂、袋鼯、袋鼹、袋狸、袋熊……有一百五十多种。怪不得人们把大洋洲称为“有袋类的王国”。

有人可能以为，袋狼大约是狼变的，袋獾是獾变的，袋鼬是鼬变的……要不然怎么袋狼象狼，袋獾象獾，袋鼬又象鼬呢？

不过，千万可别以为，狼肚子上长个袋袋，就成了袋狼；獾肚子上长个袋袋，就成了袋獾；鼬肚子长个袋袋，就成了袋鼬。

你看袋狼的尾巴，根粗梢细，一点儿也不象狼尾巴，倒象大袋鼠的尾巴。生物学家告诉我们，袋狼同狼可没有亲缘关系。在脊椎动物的“家谱”中，有袋类动物是一种古老的哺乳类动物的后裔，它比鲸、马、长臂猿、鼹鼠等真兽亚纲动物要原始得多。而不同的有袋动物才是一家子，是一个祖先所传。换句话说，袋狼同袋鼠等才是亲戚。

打一个比方，这就象本节开头讲到的那个魔术师袋袋一样，东西越变越多，但都来自于那个袋袋——有袋类动物也是这样，它越变越多，但万变不离其“袋”，都是有袋类祖先的后代。

古生物学家的研究，为我们大致描述了大自然这位高明的“魔术师”，怎样从有袋类祖先的一个袋袋里，变出这么多不同种的有袋类动物——有袋类动物的祖先，是由于不断向不同的环境挺进，慢慢形成了不同的适应性，才变化出不同的属种的。于是，尽管同属一个有袋类，都带着“袋袋”，生活在森林环境的，演化成能在树间滑翔的袋鼯和善攀援的袋貂；生活在荒漠中的，发展成能奔善跑、速度快达每小时六十公里的大袋鼠；生活在地底下的，变成了擅长掘土打洞的袋鼹。

细分起来，有袋类动物又分出不同的科，不同的科里又分出不同属和种。仅仅是袋貂这一科，就分出大耳袋貂、缟袋貂、环尾袋貂、袋蜜貂、飞袋貂、袋鼯等十七个属和四十二个种。它们都栖息在树上，但有的象松鼠在枝头跳跃，有的长尾巴舒卷自如，缠在树上荡来荡去，有的又飘然滑翔，飞来飞去。

这种情形，颇似一株大树，从同一棵茎干上，长出许多分枝，分枝又有分枝，越分越细，越分越多。象有袋类动物这样，

一群有亲缘关系的生物，在不同的环境中表现出不同的适应性，叫做辐射适应。辐射适应的结果，使同一类群的生物产生多样化的生态类群，分散到它们祖先没有生活过的“住处”，在越来越多的地方住下。

从大自然这位超级“魔术师”的“袋袋”里，变出了多少种姿态各异、绚丽多采的生物！

这是“哥儿仨”吗？

穿山甲、土豚和大食蚁兽都以蚂蚁或白蚁为生。按说，它们个头都不小，要靠小小的蚂蚁填饱一次肚子，该不厌其烦地吃多少蚂蚁啊！

不过，这三种食蚁动物，都有一套吃蚂蚁的看家本领，吃起蚂蚁来不象我们想象的那样费劲。由于都吃蚂蚁，它们彼此还有不少相似之处，好象是“哥儿仨”似的。

瞧，它们都长着一副长脸；舌头都又细又长，长成筒状，那有粘液的舌头，一下子就能把一堆蚂蚁卷进口中；它们的前爪也都强悍有力，象铁耙子一样，能迅速地捣毁最坚硬的蚁窝。那么，这三种食蚁动物真是“哥儿仨”？真象有袋动物那样是一个祖先传下来的？

让我们来查一查它们的“家谱”。

它们的“住处”相隔很远，分属三大洲。住在亚洲的是穿山甲。它长着一身角质的鳞甲，仿佛古代战场上全身披挂的将士，是一种鳞甲目动物。

长着一对长耳朵，一条长尾巴，厚皮上生着稀疏刚毛的土豚，属于管齿目，它生活在非洲。

食蚁兽则属于贫齿目，它真没有牙齿，大概因为吃那么小的蚂蚁，不用咀嚼完全可以吞咽下去。它的家乡在美洲的热带地区。它的身体，灰色作底，背两侧有两道宽宽的黑色纵纹，黑纹还镶着白边，好象经过设计精心画出来的。食蚁兽不必说比土豚漂亮多了。比起穿山甲来，虽然没有那一身威风凛凛的“铠甲”，但它自有一股俊气，又非穿山甲所能比。

查完家谱可知，它们虽然都食蚁，彼此血缘关系却很远，称不上“哥儿仨”，这是肯定的了。但它们的食物和捕食方法基本相同，又有许多相似之处。象这样一类亲缘关系较远的生物，因为所处的生活环境相同，显现出相似的形态结构，这也是一种适应方式，生物学中叫趋同适应。生物界中，这样的例子比比皆是。

企鹅是鸟类，海豹是哺乳类，为了对付极地的酷寒，它们都长了一身“肥膘”。

鲨鱼属鱼类，鱼龙属于爬行类，海豚属哺乳类，但体形都是流线形，都生有拨水的鳍或附肢，因为它们都在海中游弋。

非洲荒漠中的大戟科植物和美洲沙漠中的仙人掌，分类完全不同，但因为都生活在干旱的沙漠中，各自发展了防止蒸发的肉质化的枝茎。这是沙漠给它们打下的共同的“印记”。毫无办法，只要这些生物打算在这个地方住下，它就要接受这个“印记”。

生物不管在哪里住下，都要在长期向大自然的讨教中，学会各种适应环境的巧妙本领。下面你可以先看看生物是如何掌握时间的。

第五章　生命的“神钟”

为了计时，人们发明了许多样式的钟表。

从古老的日晷、漏刻，到精密的石英天文钟；从无声闪跳的电子表，到响声漾城的大自鸣钟，古往今来，钟表的样式知有多少！

你见过“花的时钟”么？

这是18世纪瑞典植物学家林奈发明的一种有生命的钟——他把开放时间不同的花，按照次序种在花坛里，一看什么花开了，就知道大约是什么时间。

花原是种子植物的生殖器官。人们爱花栽花，除了经济用途之外，主要是为了观赏，很少想到花还有指示时间的妙用。实在有趣！

谁也不会靠“花的时钟”来计时，但花按一定时间开放的道理，却蕴含着生物的一条重要的规律——生物的时辰节律。

生物时辰节律，又称“生物钟”，这是一种比“花的时钟”更有趣、更奥妙的生态现象。

生物也“按点生活”

强烈的时间观念，是现代人的一个重要特征。对于20世纪80年代的多数人来说，钟表是生活中不可或缺的用品，

因为他们必须“按点生活”。

直到现在，还没听说有一种动物，哪怕是与人类亲缘最近的大猩猩，能辨认钟表、懂得时间的意义。然而，人们很早就发现，不仅是动物，也包括植物，却好象在体内什么地方秘藏着一只“神钟”，一丝不苟地把握时间，恪守着“按点生活”的原则。

早在我国两千五百多年前的《诗经》中，就有这样的记述：“鸡既鸣矣，朝即盈矣”。在没有钟表的古代，每当黑暗沉沉的黎明之前，人们难能知道，黑夜何时尽头，曙光何时飞升。然而，司晨的雄鸡却在冥冥幽暗中，引颈高啼，一唱天下白。无论晴晦，朝朝不误。是谁，把拂晓的信息准时透露给它们的呢？

牵牛花，一定笃信“一日之计在于晨”这句格言，总是迎着冉冉朝阳，打开喇叭形的花朵，高奏起晨之曲。半支莲偏爱当空高悬的灼灼骄阳，每每午前绽苞，正午开放，午后闭合。昙花一现，却选在晚上九时左右，花开“万户千门月明里”。“花的时钟”，就是植物学家匠心独运，根据有花植物按一定时间开花的习性发明的。

有些动物对时间的掌握，其精确的程度简直令人难以相信。

你听说过仙企鹅吗？它栖息于澳洲大陆东南海岸和新西兰西海岸，是企鹅家族中最小的一个成员，个子还不到南极“帝企鹅”的一半。

小巧玲珑的仙企鹅十分讨人喜欢，这倒不仅由于它们走起来飘飘欲仙，有一个仙雅的名号，而且由于它们能准时无误地作登陆表演，天生一身绝技。

在澳大利亚墨尔本南部的菲利浦岛上，每天都有一大群远方的游客，被小小的仙企鹅吸引到海滨。许多初来乍到的游人，在刚刚看到海边告示牌上写的“本月仙企鹅登陆时间为下午八点零五分”时，未免生疑：“能这么准？”有心人甚至不厌其烦地一次又一次观看走时准确的手表，他们要亲自验证一下，仙企鹅倒底能不能一分不差地如期而来。他们的功夫没有白费，当手表向人们报告八点零五分来临时，海面上出现了奇迹。抬眼望去，只见领头的企鹅首先破浪来到岸边。接着，紧跟在它身后的几十只企鹅列成长阵，鱼贯上岸。它们全都站好以后，“领队”一声令下，队伍马上开拔，直扑金色沙滩。一队刚刚离开，另一队又扑上岸来。一队跟着一队，秩序井然。白胸黑羽的仙企鹅，仿佛身着燕尾服的绅士，步履蹒跚，却又整整齐齐。仙企鹅逗人的模样、准时破浪登岸的奇观，一时看得游人出神入迷，赞叹不已。小东西，这么守时！难道是有谁在暗中指挥着你们吗？

不。没有任何人安排，没有任何人号令。如果说有，那就是仙企鹅自己，说确切一点，是仙企鹅自己体内的生物钟，在暗暗指令它们“按点生活”。

人也不是离开钟表就不能“按点生活”。许多人早上能按时醒来，不用闹钟来闹，前后差不了几分钟。人体内还藏着几十种“生物钟”，在你不知不觉之中把握着各种机制的运行。人体的时辰节律，一般以昼夜为周期。人的体温，白天比夜间高摄氏半度；白天人体右半部体温比左半部高，夜间却恰好相反。空腹并不是每分每秒都饥肠辘辘，只是每隔四小时左右，肚子才向大脑气势汹汹地“抗议”一番。此外，心脏频率、呼吸节奏、大脑活动、血糖含量、血压，甚至情绪变化等等，无不按照

一定的循环周期，好象嘀答嘀答走动的钟表一样，有规则、有节奏地变化着。

最近人们发现，就连植物的光合作用，生长素的产生，细胞分裂的速度，也都表现出有规则的时辰节律。在高倍电子显微镜下你会发现，草履虫生命中枢细胞的大小，竟然也每隔二十四小时就有一次周期性变化。二十四小时，正好一天一夜，奔行的地球自旋了一周。生命和天体的运动，同循一个周期，这决不是巧合。

还可以举出许多例子，说明生物是“按点生活”的。这种现象很早就由法国科学家麦瑞发现了。他把它称为时辰节律或“生物钟”。

合着大海的节奏

在我国热带和温带海岸的海滩上，常可见到一种名叫“招潮”的小蟹。招潮蟹，雌性其貌不扬，毫无出众之处；雄性生得奇特，一螯畸大，重量占体重一半；一螯畸小，小得不如其他蟹足。

每当涨潮前，在沙滩上爬行的雄蟹总是举起大螯，上下招动，好象在望潮而招，所以人们给它起了这样一个好名字。国外还有把它叫做“琴师蟹”的，这个名字也确实富有诗意，生动引人。那只招动的大螯，多象一个小提琴手在引弓演奏。其实，雄蟹举螯，既不是招潮，也不是拉琴，而是在向雌蟹发出某种信号。

招潮蟹还有一套引人入胜的变色本领——体色一天两变，半天色深，半天色浅；有意思的是，这小蟹每天体色最深

时，恰恰都在低潮时刻，每天都比上一天推迟五十分钟。这同潮汐二十四小时五十分钟的周期，恰好合拍。

望潮举螯，潮起色变。招潮蟹是不是看见潮水来去才变换自己体色的呢？人们发现，有些临时借居船坞的招潮蟹，虽然看不到海潮涨落，但一到涨潮的时间，它们还是挥起大螯忙个不停，既象招潮，又象习琴。那么，是不是它们听觉特别灵敏，听出了大海进退时隐约能闻的脚步声呢？人们做了一个试验：把招潮蟹关到远离大海、听不到一丝儿潮声的暗室中。观察结果，招潮蟹仍然和在被捉地区时一样，极有规则地举螯频挥，改变自己的体色，而体色呈现最深的时间，恰好是原来生活的海边海潮最低时。这一切看起来都如此神奇有趣，就好象这些怪模怪样的“无肠公子”，肚子里有一台不用上弦的“神钟”似的，而这“神钟”又好象由海潮驱动一样。

雀鲷鹭是一种以雀鲷鱼为食的鸟类。平时，它们栖息在离海岸几十公里以外的地方，每天“按点”飞到海边觅食。巧得很，它们每天出发与到达的时间也逐日推迟五十分钟。这并不奇怪。它们只有做退潮之后海滩上的第一批食客，才比较容易在岩礁中找到可口的雀鲷鱼。奇怪的是，这些鸟儿对潮起潮落的脉搏，也把得这么准。

在美国加里福尼亚沿海，每年三月到八月，大约有半年的功夫，每逢月初和月圆，大潮盈涨、开始退潮时，便有成千上万尾石鲈鱼，乘着冲岸的浪尖，朝海滩欢跃而来。雌鱼弓起腰，扭动着钻入潮润的沙滩，然后产卵。在此同时，几条雄鱼在雌鱼周围疯了似地，旋起雄健的舞，排出精子使卵子受精。然后，它们乘着第二次浪头，双双向大海归去。明月，大潮，“弄潮儿”的婚礼笼罩着一层神秘而浪漫的色彩，委实是难得的自

然奇观。更精彩的是，石鲈鱼选择这个“良辰”举行浪尖上的“婚礼”，并不是故作险举，追求浪漫，实在是为了成功地繁衍后代。大潮既过，两周内不会再有潮水冲袭石鲈的“产房”，受精卵在湿润的沙洞里正好安全地发育、成长，变为幼鱼。当另一次大潮席卷而来时，幼鱼便在亲鱼的带领下，投入大海宽阔的怀抱。鱼儿之婚，同月盈月亏、潮大潮小的周期，应合得如此默契，如此巧妙，怎不令人赞叹不已呢！

日，月，地，三星旋，遥远而无形的力，越过冥冥太空，牵动海潮鸣奏出雄伟的旋律和奇妙的节拍。这就是，一日两次潮汐，每逢大约十四天时间一次大潮。在海的怀抱中，海洋生物世世代代，年年月月，朝朝夕夕，按着大海的节拍，谱写着生命的旋律。整个大海，汹涌着一支激人心弦的协奏曲。

在这支协奏曲中，生活在百慕大海域的一种斑齿裂虫，演奏得也许最为精妙。

这种斑齿裂虫体如蚯蚓，分节明显，生活在珊瑚礁洞穴里。每至繁殖时节，雌虫与雄虫一同来到海上。在这个海难频繁的百慕大海域，有飞旋的旋涡，枝缠叶蔓的马尾藻丛，斑齿裂虫选在这个耸人听闻的“死三角”区产卵，显得格外神秘、诡谲。

从四方汇聚的斑齿裂虫盛会于此。首先，成群的雌性斑齿裂虫犹如金蛇狂舞，在水中猛烈地扭动，此时，体节上发出明亮的闪光，直到把许多体节甩落海中。一俟雌体放出一个个闪光体节形成的“火圈”时，雄体就毫不犹豫地扑过去，参加狂舞，也丢下“火圈”。这些闪光体节，不是什么废弃之物，而是盛着新生命种子的小袋。小袋飘飘荡荡，最后表皮裂开，精子和卵子从各自小袋中逸出，最后在海的温柔怀抱中奇妙地结

合。

赴会狂欢的斑齿裂虫们，必须定时定点，不迟不早，不偏不斜，一齐赶到。如果三三两两，参差不齐，它们的精子和卵子不能及时碰撞，许多生命的“种子”，很快就会夭逝于苍茫大海。但说来令人啧啧称奇，斑齿裂虫们似乎事先准拟佳期，大家都在满月出现后第三天的日落五十五分钟如约赴会。嘿，这个幽会佳期，说来还真有点儿复杂呢。但茫然无知的斑齿裂虫却能知时守时，如约以践，岂不奇绝。

说绝也不绝。斑齿裂虫们的“时间观念”，想来也是它们长期适应海洋生活养成的秉赋，是大自然严格训练的结果。试想，那些赴会的斑齿裂虫们，假如谁性急早去先甩了体节，或者谁疏懒迟到后脱掉“袋子”，都会错过良缘，失去繁殖后代的资格；只有准时如约的，才能繁衍后代。年积月累，代代承继，便养成了它们准时赴约的品格。斑齿裂虫繁殖的“生物钟”可能就是这样形成的。

滔滔而来，滚滚而去，海潮涨了落，落了又涨，日复一日奏着气势磅礴的旋律；而海洋生物、尤其是近岸浅水生物，也随着大海节奏起伏，奏演出奇妙的生命乐章。大海的节奏，又来自天体运行位置变化所产生的不同引潮力，透示着宇宙的节奏。迢迢银汉，众星巡逡，日出月没，周而复始，亿万斯年地影响生物，使它们的形态、生理和生态形成了变化的节律。如此看来，“生物钟”不就是宇宙节奏的表现吗？

“偷油婆”的“钟表”藏在哪儿？

生物的时辰节律或说“生物钟”，究竟是受生物体内某个

“机关”的控制呢，还是由日光、磁场等外部刺激因素所左右呢？为了解开这个谜，许多科学家煞费苦心，做过种种试验，设计了许多探索性的途径。把动植物带到暗无天日的盐矿深处或磁场特异的南北极极圈，或者让它们乘着飞机绕地球飞一圈……结果，这些动植物的“生物钟”并没有受到干扰。不管风雨飘摇还是暗夜沉沉，“生物钟”总是象准确的钟表一样，忠实地指示着生物按点行动。

在探索环境刺激因素的同时，科学家们也孜孜不倦地到生命体的内部，去搜觅“生物钟”的奥秘。结果，人们在俗称“偷油婆”的蟑螂身上获得了突破。

一群昼伏夜出的“偷油婆”，被人们关进一个密封的箱子。这儿，隔绝了一切音响，温度、湿度、气压都受到严格控制。漆黑的箱笼，没有一丝儿光线，只有特置的红外线在那里不眨眼地紧盯着“偷油婆”们的行踪。一个星期以后，红外线的记录向人们报告：“偷油婆”的出没周期——二十三小时零五十三分，同地球自转的周期惊人地相似。

接下来的实验也许有点儿“残酷”，把一群“偷油婆”的脑袋摘掉，看看它的“生物钟”机制还灵不灵。

看来“偷油婆”的脑袋不象其他动物那样重要。大多数的动物丢了脑袋马上呜呼哀哉，而“偷油婆”摘了脑袋以后，竟还能活好几个星期。活是活着，但红外线却向人们报告：“偷油婆”的活动节律消失了！它们象些没头苍蝇似的，东一头、西一头，出没无常。这无疑告诉人们：蟑螂的“生物钟”在头部！

这是一个重要的发现。但“生物钟”安在头部的什么地方呢？接着人们做了一连串的实验，小心翼翼地把另外一些“偷

油婆”头部的“零件”——脑、脑附近的神经组织、各种腺体……一样一样地移植到无头的“偷油婆”身上。终于，当“偷油婆”食管正下方的一个神经组织移到无头“偷油婆”身上后，好似没有发条的钟表又安上了发条，这只“偷油婆”的“生物钟”又开始走动了。它重新开始按二十三小时五十三分钟的周期出没。这可是名符其实的“生物钟”，它调节着“偷油婆”的内分泌，指挥它有节奏地进行生命活动。

以上试验，只是人们对“生物钟”极其初步的研究。据说，“偷油婆”的“生物钟”不会只是一个，与其他动物的“生物钟”也不尽相同。控制晨鸡高鸣的“生物钟”，是雄鸡头部称为松果腺的一种内分泌腺，它能分泌一种激素，指示雄鸡报晓。家燕、杜鹃、大雁、野鸭等鸟类，有规则地南迁北徙，这种节律也是由它们的脑垂腺分泌的激素控制的。各种生物奇妙的“神钟”究竟位于体内何处？结构和功能如何？还有一大片未知领域等待人们去探索。

生物对时间的“掌握”，奇趣横生，奥妙无穷。现在，不妨让我们再看看动物是怎样在空间上来把握环境的。

第六章　精妙的“探测器”

随着科学的发展，人类已有了很多精密的探测器，如雷达、声纳、热探测器、超声波探测器……但说来也奇怪，这些探测器几乎都能在动物界找到原型。人类发明这些探测器不过是最近几十年的事情，而动物自身装备的各种活的“探测器”，却少说也有百十万年的历史。而且，直至今日，一些动物的活“探测器”，在许多方面仍比人类制造的探测器精密巧妙。

尽管有少数动物象植物一样是固着不动的，但大多数动物与植物最明显的区别之一，就是有运动器官，会活动。它们活生生地，或者奔走，或者爬行，或者游泳，或者飞翔……它们跑来跑去，或者为了避敌，或者为了猎食，都要以独特的方法去感受环境，进行空间定向。很明显，它们各种样式的“探测器”，是它们生活的需要。

依依乡恋

见过鲑鱼跳跃瀑布的人，永难忘记那撼人心魄的一幕。

在一道倾珠泄玉的瀑布前，一条条从下游溯流而来的鲑鱼，一次次地从激流中腾起，跃向瀑布。二三十斤重的鲑鱼，有的果如腾越龙门的鲤鱼，从浪花中高高窜起，越过瀑布，游向上游。有的一次次地被瀑布冲下来，精疲力尽，被急流冲到岸边，连游回深水的力量都没有了。但只要它们还能跃动，

就决不顺流退去。

急湍溅白，水声隆隆。身历其境的人，在领略奔流壮观的同时，不禁为这些鱼类百折不挠的精神所惊所疑。这些鱼所从何来？又向何去？它们为什么竭尽全力，不顾险阻，非要跨跃那难跃的瀑布？假如有人告诉你，这些鱼从千里之外的大海远道而来，目的地是瀑布上游——它们出生的地方时，你也许更加惊疑：它们竟如此眷恋"故乡"？山重水复，碧海茫茫，它们又如何辨识那千里归途？

鲑鱼出生在北美洲和亚洲许多地方的淡水溪流中。它们在自己的"家乡"长大，然后由溪入河，由河到江，最后直奔大海，在北太平洋浩瀚千里的海域汇聚。它们在那里杂居一起，饱览大洋风情，一直到产卵期临近，才彼此分手，游向各自出生的"故乡"。

烟波渺渺，归途茫茫。鲑鱼却好象藏着一张活地图，在莫辨东西的汪洋中，一直朝它们来路的主河入海口游去。据科学家的研究，它们是通过辨析海水的含盐浓度和波荡的水流、识别天上的星辰，在大海中寻找着通往家乡之路的。

主河口到了。鲑鱼似乎格外兴奋起来。尽管"少小离家老大回"，它们似乎仍然记得"童年"时代"故乡"的气息——那是在它们生活过的溪流中特有的植物与矿物油类混合气味儿。鲑鱼不仅一生都记得这种味儿，而且能从掺溶在水中的各种气味中辨识它。它们就凭藉这种灵敏而奇妙的嗅觉与味觉，一路溯流，从主河拐入支流，从支流拐入更小的支流，千里去寻故里。

在加拿大，研究人员详细观察了鲑鱼在法拉萨河中六百英里的寻乡游程。在几乎三个星期的时间里，鲑鱼不吃也不

歇息，日夜兼程，奋力击浪；等到它们赶回“故乡”排卵时，已经消耗了体内百分之九十六的脂肪和一半以上的蛋白质。在最后的旅程里，即使水流中一道小小的河坝，也可能使疲惫不堪的鲑鱼耗尽最后一点力气，瘫软岸沿。

然而，不管归途有多少险阻，多少牺牲，鲑鱼都决不回头，最后总有一批鱼回到“故乡”，在那里产卵，完成繁殖后代的神圣使命。于是，又一代承继了前代坚韧、强悍品质的鲑鱼，在荡漾着“乡味儿”的“故乡”溪流中成长起来……

鲑鱼，旧时译作沙蒙鱼，是salmo salar 的音译名。salmo 来自拉丁文，本义为“跳跃者”。看来，鲑鱼是无愧于这个响亮的名字的。

生活在我国黑龙江中的大麻哈鱼，也是具有“跳跃者”品性的一种鲑科鱼。它们长大后出游远方，栖息于日本东北部海域。在那里生活四年之后，由于性腺的成熟，似乎勾起了“叶落归根”的“乡恋”，它们同鲑鱼一样开始了漫漫的归乡之路。一千四百公里水路，三十多个朝朝暮暮，月儿从亏到圆，又从圆到亏，大麻哈鱼击水搏浪，横渡鄂霍茨克海，穿过千岛群岛，绕过库页岛，抵达黑龙江河口。

故乡在望。大麻哈鱼进入江内以后，靠着体内的积累，以每天三十到三十五公里的速度溯流而上，即使遇到二三米高的瀑布也一次次奋勇腾跃，决不退避。

在上游产卵场，大麻哈鱼把洄游的悲壮历程推向高潮。这又是惊心动魄的一幕：亲鱼在砂砾浅滩上，费力地挖掘一个长二米、宽一点五米的卵窝，产完卵，排完精，然后用尾巴把坑窝填埋好。直到这时，遍体鳞伤、骨瘦如柴的亲鱼，才象功成业就一样倒毙窝旁，万事释然，一任流水把遗骸冲往天际……

哦，无知而英勇的鱼儿，竟以如此悲壮之举了结一生，同时完成新生命的创造。

天上“罗盘”

人们都熟悉秋去春来、飞出千山万水仍能返回旧巢的燕子。

在随季节变化迁飞的候鸟中，燕子是最普通的一种。所有种类的候鸟，在成千上万里迁飞的往返旅程中，都能准确地找到自己的“旧寓”。这种本领，同鲑鱼凭着“乡味儿”还乡当然不同，但迁飞的鸟儿在归途中，同鲑鱼也一样地不避艰险，一样地歧途不迷，一样地矢志不渝。

动物的许多行为神秘莫测。比如说，人们很难理解，被称为飞禽中长跑健将的北极燕鸥，为什么把一生中三分之二的时间用于行色匆匆的长途迁飞。

每年，当夏天来到北极的时候，皑皑冰雪上闪烁着迷人的阳光。红脖子红腿胫、全身银灰的北极燕鸥在这里营巢安家、孵卵育雏，度过了短暂的夏天。在可怕的冬天来临之前，它们启程南下，穿越四万里云程，直飞南极。在那里，迎接它们的正好是南极的夏天，皑皑雪原上，也辉映着一片闪亮的阳光。北极燕鸥同从不离开南极的南极燕鸥为伴，一起度过极地夏天两个多月美好的时光。眼看南极夏天快到尽头，北极燕鸥又集体北返，飞跃四万里，去赶北极的夏天。

每年的长途迁飞要花费八个月的时间。艰苦的旅行，换得的是两极夏日冰雪和太阳相映的生活环境，这代价够大的

了。八万里往返，它们翱翔云天，除了落脚寻食，决不留恋从两个温带到赤道一路种种奇异风光。行程正南正北，笔直笔直，航线年年相沿不变。

遥遥万里，风雨云程。鸟儿们靠什么来确定飞行方向呢？这也是长期使人困惑的一个自然之谜。有人解释说，凌空飞翔的鸟是通过辨认大地景物来定向的。但有些候鸟是夜间飞行的。夜色沉沉，看不清地面的飞鸟怎样定向？大海上空，水天茫茫，又怎能依海中景物来定向？

经过许多探索性的试验，科学家们已初步证实，迁飞的鸟类能够按照太阳和星辰的位置来确定方向。请看关于椋鸟的一个有趣的试验。

椋鸟，是一种喜欢成群地翱翔蓝天的中型鸣禽，有留鸟，也有候鸟。我国常见的灰椋鸟是一种候鸟，它们冬迁南方、夏回北方。试验时，人们把准备远飞的椋鸟放在四面见光的笼子里。只要天晴，椋鸟便昂首朝着迁飞的方向；尽管不能起飞，它也猛烈地拍动翅膀，意欲凌空而去。这时，试验人员巧妙地用镜子来折射阳光，使笼子中的阳光入射角度发生变化，椋鸟也会相应地扭转身体，改变朝向，继续不停地猛拍翅膀。如果天阴，椋鸟便搭拉翅膀，不再飞行。看来，它一时莫辨东西了。这个试验说明，椋鸟在迁飞的时候，是靠太阳的位置来定向的。

还有人把生活在南极大陆的企鹅转移到远离它们巢区的雪原，然后放开它。企鹅不会飞，只好开动自己的双脚。南极的雪原遍地皑皑，四顾一片迷茫。然而只要太阳升起于极地，企鹅就能找到自己的方向，蹒跚地然而坚定地朝着自己的“住处”走去。一旦云遮日没，企鹅就象没头苍蝇一样，东

一头，西一头，在冰雪中迷途乱行。待到云开日出，企鹅又会找到前进的方向，满怀信心地迈开步子，最后走回家去。

一些鸟类白天靠太阳来确定方向。科学家经过野外观察和实验证明，还有一些在夜间迁飞的鸟类，是靠天上的星辰来定向的。“天上夜转漂回星”，这是唐代诗人李贺的诗句。星移斗转，好象在天河中漂行。夜眺星空，人们常常为繁密的灿烂众星所惑。哪是太白？哪是北斗？哪是挑着担子的牛郎与隔河相望的织女？……令人神迷目乱。如果缺乏天文知识，是很难识别群星列宿、凭其辨别东南西北的。那些靠星辰定向的鸟儿，当然不会知道诸星的名称，却能从满天旋运的繁星中找到自己的飞行“罗盘”，我们不能不为动物这种精巧地适应环境的能力而赞叹！

鸟类靠天体来为自己指路，光知道天体的位置还不行，必须有特定的时间知觉加以配合。许多鸟类的定向标记是太阳。它朝升于东，夕沉于西，经天万里，在天空的高度与位置不断变化。当我们说太阳有一竿子高时，一下子还很难说出它的方位——如果是上午，应该大致在东方；如果是下午，大致为西方。只有把时间与太阳在天空的位置结合起来，才能判断正确的方向。研究鸟类飞行定向的科学家指出，鸟类的时间知觉是靠体内精密的“生物钟”来提供的，它们本能地把“生物钟”的“指针”与太阳的位置结合起来，然后确定正确的航向。

为了说明“生物钟”在某些鸟类空间定向中的作用，人们拿椋鸟做了另外一个实验。实验者把椋鸟放在一间安有人造太阳的室内。通过灯光来制造“日出”、“日落”，把假太阳的升沉运行推迟，使它比真太阳迟六个小时。当真太阳已从地平

线上冉冉升起，假太阳还藏在“地平线”之下，椋鸟只能在沉沉午夜中酣睡。而当假太阳冉冉东升时，真太阳早已凌空照耀。经过一段时间的训练后，椋鸟的“生物钟”时间被人为地拨迟了六个小时。然后，人们把椋鸟放回真太阳普照的天地。这一回，由于“生物钟”错后，椋鸟失去了根据真太阳的位置来判断方向的能力。它按照自己原来的记忆去找食槽，结果没有找到。它迷路了，飞行方向整整偏离了九十度，正是六个小时的时差造成的。椋鸟不知道自己错在哪里。它哪里会知道，实验者用假太阳欺骗了它，通过拨迟它的“生物钟”，把它的定向系统打乱了呢！

拿鸽子来做的实验，似乎是一个更大的“恶作剧”。人们把鸽子放在假太阳升落的房子里，但“日出”、“日落”没有固定时间，今天这个点儿，明天那个点儿。这一来，把这只鸽子搞得比椋鸟还要糊涂。谁都知道，鸽子是识途的好手。可是经过这一番“捉弄”。放出来的鸽子却怎么也找不到自己的家。

这些有趣的实验证明，鸟类“生物钟”在它空间定向中的作用举足轻重。但这些鸟儿倒底怎样把“生物钟”的机制同空间定向沟通起来的？它的生理特性如何？还有许多难解的谜摆在人们面前。不过，对于科学的探索者来说，形形式式的自然之谜就象神奇的“导航者”一样，引导人们不断奔向新的知识领域。

声、电、热的妙用

在许多古代文物上，都可以看到蝙蝠样式的装饰图案。实

际上，蝙蝠的形象并不美。小小的脑袋上，长着一张魔鬼般的嘴脸，很有几分狰狞相。就因为“蝠”与“福”谐音，蝙蝠便成了中国古人心目中福祉的象征。

不过，近二百年来许多生物学家对蝙蝠兴趣不穷的研究可不是为了图个吉利，而是被它在夜空和黑洞中飞翔自如的奇特本领所吸引。人们做了许多实验，其中包括把蒙目的蝙蝠放进拉着许多线的房间，蝙蝠在室内翩翩穿梭却能不碰一索。最后人们终于发现了蝙蝠空间定向的奥秘——它用喉头或鼻子发出频率很高的超声波，用耳朵来捕捉回声，然后判断前方障碍物的位置。这种脑重量不到一克的翼手目小飞兽，能在几分之一秒的时间内，发出并接收超声波，准确地阻截空中那些纤小的飞虫。速度快极了。

巧用回声定向的动物不只蝙蝠，从天上飞的，地上跑的到水里游的，都有。麻鸭、猫头鹰、油鸥等鸟在黑夜或暗洞中飞行时，用喙发出声波，然后根据回声确定飞行高度、前方障碍和地面的地形地物。在黑暗中使用超声波探路的，还有豚鼠、袋鼠、家鼠，一些南美洲的猴，等等。

在大海里，用超声波探测外界的，有鲸、海豚和一些鱼。海豚是其中佼佼者。它能发出十五万赫以上的超声波，使声波象探照灯光束一样向前直射。海豚的声测器官是头骨。这台灵敏的活探测器，不仅能发射信号，接收反馈，而且能在大脑皮层中对回声进行分析，判断被测目标的远近、大小甚至性质，灵极了。有人曾用真鱼和仿制得一模一样的塑料制假鱼来试海豚，聪明的海豚从不上当，总是直扑真鱼，对假鱼不屑一顾。人们还发现，假如有两条鱼同时游近海豚，一条是它爱吃的石首鱼，一条是不太好吃的鲻鱼，它每每毫不迟疑地朝石首鱼猛

扑过去。由于海豚能灵敏地探测目标，一些国家已经训练海豚到深海去寻找沉船或矿物，侦察鱼群，担任海港警戒，侦察潜艇，帮助人们寻找在海上溅落的火箭等等。

如果说，以上某些动物对超声波的利用已经使我们感到稀奇的话，那么，水象和电鳗等身上的活雷达——相当于无线电探测器的奇妙器官，就更令人叹绝了。

水象生活在非洲一些河湖的底部，是一种身手不凡的食虫鱼。当它从淤泥中跃起，挺着钳子般的长颚向猎物扑去时，周围随即腾起一团浑浊；猎物如堕五里雾中，水象却能准确无误地吞食猎物。

水象既不是用眼睛，也不象海豚等动物用超声波，而是用无线电波来探测猎物的。原来，在这种鱼的尾巴上有一个小小的“发电器”，它能放出电压约为六伏的电流，向周围发出无线电波。在水象的背鳍的基底，又有一个能捕捉无线电回波的组织。水象根据回波分析，来判断周围的环境和水中猎物的位置。

无独有偶。南美洲的电鳗身上也有这种装备，也是在尾部发出无线电波。不同的是，它的回波接收器是头部的一些小硬瘤。电鳗一旦发现它的雷达警戒范围内有猎物，便立即放出强电流，把猎物击毙。

动物的探测器，除了超声波类、无线电类，还有一种热辐射类，同样也是妙不可言。

本世纪的30年代，两个美国学者对令人可怖的响尾蛇作了一个有趣的实验。他们把蛇的视觉、听觉、嗅觉器官全部摘除，然后在蛇的前方放上一盏用黑纸包得严严实实的电灯。当灯关着的时候，蛇盘在地上一动不动。灯一打开，蛇

尽管看不见灯亮，却立即抬起头来。把灯泡移近些，蛇就猛地向前一扑，狠咬一口。实验证明，如果把灯泡换上其他温热物体，蛇也会产生同样的反应。

一条既看不见、听不到又闻不出任何东西的蛇，却能准确地知道猎物的位置，这也是一种奇功异术。科学家后来的研究发现，响尾蛇这种功夫的奥秘在它的两个鼻孔和一对眼睛之间的两个凹穴。人们把它叫做颜面穴。它能捕捉热线，根据热线的方向来判断发出热线的物体位置。夜间，当响尾蛇悄无声息地移动或潜伏着，小鸟和各种温血小兽看不到它，它却洞若观火，朝着向它发出热"信息"的鸟兽，冷不防地发动袭击。

活"探测器"和"生物钟"一样，精巧完美，使人类对生物适应环境的高超本领大为赞叹。这些本领都是生物在长期进化中练就的。当然，生物在适应环境的过程中，不但改造着自己，也改造着环境。

第七章　它们也在“改造”世界

我们都知道，人能自觉地改造世界，生物不具备这种自觉性。这自然不错。然而，要是你认为生物只是一味地适应环境，不会对它们生活的世界发生什么影响，那就大错了。

实际上，在本书第二章中你已简略地了解到，早在人类诞生的三十多亿年前，最初出现的生物便开始对环境施加自己的影响了。它们使大气由缺氧到富氧，使自己的种类越来越多。今天，人作为生物圈的统治者，正以史无前例的速度和深度，对大自然进行改造。但倘若没有亿万斯年中生物对地球的“改造”和自身的进化，就不会有人类的出现，也谈不上今天这样的业绩。

比起人类来，任何一种生物改变自己周围环境的力量都是微不足道的。然而，众多的生物在千百代里的努力，却使世界发生了翻天覆地的变化，而这种变化又是直至今天人力所远远不及的。

造　地　者

乍到加拿大或美国，如果有人指着大片辽阔的沃田对你说，这里最初的“开拓者”是河狸时，你也许会感到惊讶：河狸，就是那些胖呼呼的、活象肉团儿似的啮齿动物，它们能有这么大的力量，造出成千上万顷的田地？

不错，在广袤的北美大地上，大约有几百万公顷的农田，就是河狸“开垦”的；在这些土地上，原先耸立着丛密的大森林。

河狸旧称海狸，是一种有趣的动物。它身长八十厘米左右，胖呼呼地披着一层油亮油亮的又长又密的皮毛。奇特的是，它的屁股上长着一根又扁又长、活象一把木桨似的尾巴——这是河狸独特的器官，任何别的动物都没有。有了这根船舵一样的尾巴，再加上后足上那可以划水的皮蹼，使河狸成为出色的游泳健将和潜水能手。它能一口气在河中潜水十五分钟。

河狸是半水栖的哺乳类动物，不能离开水生活。在古老的原始森林中，河狸专择那些流水汩汩的河溪，沿岸建筑自己的“住处”。奇妙的是，不知从何时起，河狸竟学会了筑堤建塘的本领。

当你来到河狸居住的林区小河旁，有时会发现河中横着一道土坝，坝上游的水位明显地高于下游。土坝用树枝、泥土砌成，一般都有二三十米长。你可能会猜测，这大概是人工筑成的。除了人，难道动物会有这样巧的本领吗？瞧，树枝堆砌的坝上，还抹着泥呢。

不过，你最好还是细瞧瞧，瞧瞧那些树枝的断截面——既不是锯子锯的，又不是斧子砍的，也不象是人折断的；那树枝上留下的痕迹告诉你，这是动物的利牙啃的。你再走出几步，在附近林子中会发现被截断树干的残桩，倒在地上的树，上面留着同坝上树枝一样的牙痕。很清楚，这是动物干的——它就是河狸。河狸的牙齿厉害极了，它甚至能咬断直径近一米的大树。

每次筑坝开始后，在老河狸的带领下，整个河狸家族都忙

开了。它们终日工作，不辞辛劳，在森林中的一条小河旁大兴土木。先是伐木，把树咬倒；然后咬掉树杈，把大段木头截成小段；接着把这些原材料拖到河中，齐心合力，把树木堆成坝基，同时混以土石，漏水的地方，还要抹上泥，一直干到大坝合龙，截断河水。

河狸为什么要费这么大力气筑坝呢？对于这些没有任何工具的动物来说，这是多么浩大的工程呀！在美国阿拉斯加，人们曾见到河狸建造的二百七十米长的大坝，而蒙大拿州的一条河狸大坝，竟有六百三十米长！为了筑坝，常常有河狸在大树下咬着、咬着，树木突然倒下，偶尔便被砸死一二只。但其他河狸并没有为此而退缩，仍然终日不停地干下去。它们究竟为什么这样干呢？

奥妙，就在截流以后。上游的水位升起来后，自然漫成一片水塘。河狸沿着河所建的住巢出口，便被淹没水中。这样一来，陆上的狼、狐狸、猞猁等敌兽，无论如何也找不到洞口、抄不了它的老窝。假如河狸外出时在陆岸上遇敌，只要向河塘里纵身一跃，一口气就可以潜游回巢，万无一失。多么聪明灵巧的动物！鉴于河狸有娴熟的筑坝建洞技艺，人们送给它一个好听的名字——“土木建筑师”。

河狸们当然不会知道，被截住的河水漫开以后，很快淹死一批泡入水中的树。以后，树渐渐腐烂，倒入水中；周围的泥沙杂物，也不断流入水塘，使塘水越淤越浅。终于有一天，河狸发现塘水已经浅到使它们的出口暴露在外了。于是，它们放弃旧地，搬到另一处河畔，重新砌坝，构筑新居。

年复一年，代复一代，河狸们建起一座又一座的水坝，淹没一片又一片的森林，最后淤成一洼又一洼的浅塘。年深日

久，干涸的浅塘连成大片平野，就成了可供人们垦拓的沃原。这就是人们把河狸称为“开拓者”的缘故。

一些小动物的活动，竟如此有力地改造着自己周围的环境，怎能不令人惊叹！河狸造地，是一个动物把森林变成平地的故事，而下面介绍的红树生长史，却给我们提供了一个植物向大海要地的故事。

红树，以血红色的树皮而得名。在亚洲热带到澳大利亚一带的许多海滨，都生长着绿色长堤般的红树林。红树虽然长年承受海浪的冲击，却是郁郁葱葱，生机蓬勃。当潮水涨起来，临水的红树大半植株被淹，只剩树冠浮在水面，宛如一座座白浪簇拥的绿礁。潮水退后，红树依然傲然挺立，不减半分青翠。

红树不仅倔强地抗御着水淹浪击的严酷环境，而且敢于向威严的大海挑战、进攻。它以奇特的方法，顺应环境，同时改造环境。为了向大海进军，红树的果实在离开树枝前，就在母体上发芽了。人们把这种现象称为植物的“胎生”。“胎生”的小红树苗，长得象根棒槌，倒悬在树枝上。一旦蓄足力量，就会象空降兵一样落下来，好比楔子一样插入海滩，不怕海风吹，不怕海浪冲。更妙的是，插入泥土的幼苗，长得奇快，几个小时之内就能生根，抽芽，稳住自己的“阵地”，毫无“惧色”地准备迎击海浪的袭击。

红树苗站住脚以后，一天天地长大。根部一点点地固着泥土，慢慢地在周围聚起一片土地，最后竟形成潮水来了也露出水面的小小“岛屿”。就这样，红树造小岛，小岛连成片，众多的红树不懈地向大海进军，使红树林沿着海岸逐渐扩大。天长日久，竟把大片的海变成绿树成林的陆地。

如果说，河狸、红树都是一种生物单独地致力于环境改造的话，下面你可以看到，一系列的生物，怎样在生态演替的过程中，锲而不舍地改造着环境。

森林，从裸岩上崛起

光秃的裸岩，似乎不会有生命诞生。

白天，太阳把它烤得烫手；晚上，夜风又把它吹得冰凉。雨来了，把它浇湿；日晴一晒，又一片枯干。在没有土壤的裸岩上，什么种子能萌芽、能生长呢？

事情当然不会这样简单。否则的话，在昔日许多荒凉的裸岩上，后来怎么会矗立起一片片的森林呢？

大森林若是有知，一定会告诉你：事情，是从那些十分低等的生物开始的；其后，又经过一连串的演替。

在野外，不知你是否注意到：有些岩石或树皮上，长着一片片灰绿色、黄绿色或橙黄色的“块斑”，有的象一层皱巴巴的硬壳，有的象密茸茸的绒布；既不似绿草纤细娇柔，又不象百花婀娜多姿。它匍伏而生，实在叫人很看不上眼。

然而，最先向没有生气的裸岩进军的，正是这种不被人看重的生物，它叫地衣。

不要小看地衣。这不仅仅因为，它是一个约有四百属、近两万种的“大家族”；也不仅仅因为它广有用途——可以指示空气污染程度，探矿的方向，可作高山和极地兽类的食物，可供药用，可提炼染料、香料、试剂和维生素；更重要的是，它以巧妙的结构和生活方式，敢同一切恶劣的环境抗争，从而对自然环境发生重大影响，它由此获得“拓荒先锋”的誉称。

在显微镜下你会发现：地衣原来是两种生物——真菌和藻类的共同联合体，许多纵横交错的真菌菌丝，紧密连接，围裹着绿色的藻类细胞，构成了互利共生的地衣体。

两者巧妙而和谐地合作：真菌不断地从空气中吸收水分，供给自己，也供给藻类；藻类——或者是绿藻，或者是蓝藻——则从阳光中吸取能量，制造有机"养料"，养活自己，也养活真菌。两个合作者，好象一则古老的故事所说的那样，瞎子背着跛子，跛子给瞎子指路，取长补短，默契配合。这种配合，赋予地衣顽强的性格——特别耐寒、特别耐旱。从树干到裸岩，从极地到高山荒漠，到处都有它们的落脚地。既然它们连玻璃、铁器上都能生存，岩石又算得了什么呢。

当地衣体的碎片、或由藻类和菌丝构成的粉芽或裂芽落到裸岩上后，合作便开始了。地衣一边缓慢地生长、繁衍，向四周扩展自己的家族"领地"，一边用排出的一种酸，微乎其微、然而锲而不舍地腐蚀着足下的裸岩。风，吹来尘土和其他微粒，被地衣吸附，渐渐地，加厚了地衣层。地衣一批批地生长、一批批地死亡。死去的地衣，加上尘土和软化了的岩石颗粒，经过许多岁月，形成了一层薄薄的土壤。

裸岩有了最初的开拓。接下来，苔藓——另一种耐性很强的植物，送来了自己的孢子。假如这里依旧是一块顽石，孢子只有枯死，但现在这里已有地衣经营多时的浅薄土层；这样的土层，其他植物还嫌贫瘠，苔藓却满不在乎。

起先，苔藓还和地衣混居一起，但不用多久，苔藓就开始排挤地衣。苔藓比地衣长得高，也长得快。它们直接承受阳光，并挡住了地衣的光。地衣不能再进行光合作用，只有坐以待毙。苔藓很快取代地衣，占领了地衣开拓的天地，成为这里

唯一的群落。

不过，苔藓接过了地衣的垦殖事业，并且努力加快速度。一代代的苔藓，在死去后形成了腐殖质，继续分解着岩石，使这里的土层加厚、变肥。

当土壤培植到一定的厚度和湿度，新的客人——草本植物登上了“舞台”，并成为这里的“主角”。先来的是一年生的耐旱的草本植物，其后是多年生的草本植物。春天，裸岩草长，一片欣荣；秋天，万籽落地，枯草归根。寒来暑往，枯尽荣生。土壤在加厚，新的“客人”越来越多：蚯蚓、蜗牛、蟋蟀、蚂蚁、蜜蜂、小鸟……过去荒凉冷清的世界，如今已很热闹。但苔藓却受到了冷落。草本植物茂密繁荣，遮断了矮小的苔藓所需要的阳光。最后，取代地衣的苔藓，以同样的形式被草本植物取代。

岁月流逝，演替继续进行。由风和动物带来的木本植物的种子，代表着新的更强大的力量，大踏步地迈开改造裸岩的新里程。在几代“前驱”耕耘的土壤上，木本植物站起身来，伸枝展叶，在这一带撒下大片的绿荫。现在轮到草本植物的衰落。它们黄瘦、虚弱，终至枯萎。当高大的杂树和丛生的灌木越来越密时，草类几乎消失殆尽。

灌木障风、遮荫，树下积聚的土壤不仅更多，而且不易流失。草本退出“舞台”，乔本植物又来登台。它们冲破灌木丛的封锁，钻向云天，在更高处展开绿盖。随后，绿盖成片，遮天蔽日，只把细碎的阳光洒落灌丛。除了耐荫的少许灌木，其他灌木都衰亡了。而地面上，生命力顽强的苔藓又在灌木腾出来的地方铺缀，借着细碎的阳光活下来。从枝叶的缝隙中，它们或许还能温得一星半点旧日那碧天如穹的残梦。

成阵的高树，庇护着从树下到树上的各种动物，纵横伸延的根须，慢慢伸入岩石缝隙，暗运神力，使顽石开裂、瓦解。坚硬、冷酷的岩石，已经完全被崛起的森林踩在脚下了。但高大的森林也许不应当“忘记”，没有从地衣、苔藓、草本直到灌木这些群落经久的努力，根本就不会有森林的崛起。

还有新的群落来取代森林吗？没有了。有人把森林称为“小宇宙”。不是吗？这里仿佛蕴藏着无穷的能量，无限的生机。季节在这里循环，生命在这里兴衰。大树老朽，新苗茁壮，动物生生不息。如果没有火灾、火山爆发等巨大自然力或人力等特殊原因，森林就会永远周而复始地存在下去。

从裸岩到森林，自然的历史为我们提供了辩证法的生动例证。我们可以看到，生物群落的每一次兴替，都使群落水平比上一阶段结构更复杂、更稳定，对环境的利用更充分，改造环境的作用也就更强。它是一个从简到繁、从低级到高级的过程。

为了证实这个道理，我们不妨再看看森林是怎样从泽乡崛起的。

泽国的变迁

地球最近一次冰川的冰层，随着气温的回升，在阳光下日渐消溶。在亚洲、欧洲和北美洲北部古老的泥炭盆地上，冰水留下了成千上万个浅湖、池塘和沼泽。直到今天，你走进北方的一些针叶林中，仍然不难寻访到许多古泽的遗迹。

昔日泽国，又怎样变成今天绵亘万里的茂密的北方针叶林呢？

正如森林从裸岩上崛起一样，从泽国开始和进行的，也是生物群落一兴一衰、此消彼长的生态演替，也是一代接一代的生物群落对环境的改造；不同的是，在这里展开的是水生演替的序列罢了。

这个系列是以轮藻为主的先锋群落在水底裸地上开始的。

轮藻的外形很象金鱼藻，是一种沉水植物，即使是六七米深的水底，它也能生长。在泥盆纪时代，轮藻类遍布于许多水流缓慢的池沼。阳光微微，空气稀薄，轮藻却倔强地生存下来。它们活时，不停地制造有机质；死后，又以残体为池底积累。在深水底，由于空气少，轮藻的残体不容易分解，一年一年地沉积起来，同岸上冲下来的矿物质一起，不断地垫高水底，使水域渐渐地变浅。这时，金鱼藻、狐尾藻、茨藻、水车前等这些更高等的水生植物也出现了，它们同轮藻一起形成了沉水植物群落。大家齐心合力，朝着垫高水底、排斥池水的方向使劲。

当水深达到二三米时，一些浮叶根生植物君临泽乡。睡莲、菱角、荇菜、眼子菜……它们大小形状各异的叶片，或者静静地卧在水面，或者低贴水面挺生着，贪婪地捕捉着阳光；一池绿叶，几乎盖满了清水。原先水底茂盛的沉水植物，这时却生活在幽暗的阴影中，因为得不到太阳光而日渐衰落。兴盛的浮水植物，使更多的泥沙沉积下来，又以更多的有机体，加快着水底淤高的速度。

中国旧的章回小说有一句老话——“说时迟，那时快”，而我们在叙述生态演替时，却要把这句话改为“说时快，那时慢”。水泽中的变迁同裸岩上的变迁一样，都是漫长岁月中非常缓

慢的渐变。跟随在浮叶根生植物后面的，是芦苇、香蒲、白菖、泽泻等植物组成的挺水植物部落。它们已经把大半截身子探出水面。充裕的阳光、空气和并不贫乏的水，使它们生气勃勃，繁密旺盛。它们发达的根茎，使水底迅速淤高，有些地方以根为中心，在枯株周围形成了“浮岛”。

不知又过了多少岁月，池水最后终于被排干，水生环境变成了陆生环境，泽国已不复存在。随之而来的是挺水植物群落的引退。因为环境被它们改造得不再适合于它们自己的生长。接着打进来的是湿生的沼泽草本植物。但它们称雄的时间更短。地面蒸发得很快，水湿地维持不了多久。接下来，中生草本、旱生草本便乘虚而入。

当泽国的变迁发展到旱生草本时，下面一步的演替就要决定于气候了。如果气候干旱，便形成辽阔的草原；如果气候湿润，有足够的降水，灌木便会赶走草本植物。再往下的情形，同裸岩上形成森林的最后步子就一模一样了——适生的树木长驱直入，直到形成稳定的森林群落。

在结束本章的时候，你也许会为生态演替中一些生物无情地排挤另一些生物的争夺暗暗吃惊。在陆地上，苔藓征服了地衣，又败于草本，草本又被木本压垮；在水域中，沉水植物被浮水植物取代，浮水植物又为挺水植物战胜，挺水植物接着输给草本……好象是你死我活的战争。生态演替毕竟不是战争，但用战争来比喻生物世界的争夺，也并不过分。

第八章　生物的“战争”(上)

这是一个风和日丽的春天。原野上，绿草如茵，鲜花斗艳，融融暖意在空中弥漫。就在这绮丽动人的春光中，生物世界杀机四伏、战乱不休，一些生物死去，一些生物生长，生与死织成一幅蓬勃的春之图。

一只斑烂彩蝶翩翩飞来，小心翼翼地落在一朵盛开的鲜花上。它正在津津有味地吮吸花蜜，冷不防背后划过一道绿色“刀影”，转眼之间，可怜的蝴蝶已在螳螂的“绿色大刀”下奄奄一息；

螳螂正要品尝自己的猎物，蛤蟆早已摸到它背后，出其不意地吐射长舌，一下子把它卷入口中；

蛤蟆没有来得及吞咽螳螂，悄悄爬到近旁的长蛇猛地朝前一窜，准确无误地一口咬住了蛤蟆；

蛇也没有理由为自己的胜利陶醉。盘旋在天空的鹰，早就盯着蛇。它选择了蛇由于猎食而疏于防范的时机，一个猛子扎下去，用铁爪紧紧攫住口噙蛤蟆的蛇；

到此为止，角逐似乎应该告一段落了。鹰凌空而去，除了人的弓箭与枪弹能射落它，几乎没有什么动物能捕食它。然而，就在鹰吞吃蛇时，成千上万个动物，也正在吃鹰——那是一群群大大小小的寄生虫，有的在它羽毛下叮皮吃肉，有的在它肚子里慢啃细咬，还有的在它血管里笃悠悠地噬血……它们虽然体小力单，却完全可能把傲视四方的雄鹰置于死地。

你吃我，我吃他；争夺、劫掠、残杀……，一连串的生存斗争令人惊心动魄。然而，在大自然里，这只是一个很普通的角落。对于生物世界处处上演的生存斗争的长剧来说，它不过是一个小小的片断罢了。生活在某一地区的形形色色的生物，为了取得有限的食物、生存空间、配偶或其他需要而发生竞争。因而，它们之间爆发各式各样的“生物战争”是不可避免的。

说这是“战争”，并不夸张。下面你会看到，动物世界的“战争”有奇兵异术，有攻防进退，有“十八般武艺”，有“三十六计”。真是克敌有方，防身有招，令人眼花缭乱。你还会看到，在“生物战争”中，杀机孕育着生机，生机伏藏着杀机；也正是一连串一连串的杀机（生存斗争），为百姿千态的大自然带来勃勃生气。

“十八般武艺”

十八般武艺，相传为中国战国时代军事家孙膑、吴起所创，刀枪剑戟、棍叉斧锤……有十八样之多。动物在进行竞争时，各怀降敌妙术利器，又何止“十八般”？下面，不妨略举其中几“般”。

尖爪利牙，犹如刀枪，这是凶猛禽、兽、鱼、虫的“常规武器”。为了猎食或御敌，这些动物的此类专门器官高度发达起来。

狮虎豺豹的爪牙之利，是人所熟知的。鲨鱼和鳄的牙齿，也令人望之心寒。但若只论牙齿的厉害，南美洲亚马逊河里的锯齿鱼，却使鲨鱼与鳄也相形见绌。个头不大的锯齿鱼，

凶猛无比，牙齿象钢锯一样锋利有力，有时钢制的鱼钩也会被它的利齿“锯”断。过河的人畜野兽，如果不幸遇到一群锯齿鱼，轻则丢趾断足，重则连骨带肉被它们吃个精光。

有袋类动物，一般给人以温顺的印象，但生长在澳洲的袋獾，体大如狼，被人称作“恶魔”，却不仅面目生得狰狞可怖，而且有一副尖利可怕的牙齿。仗着它，袋獾敢同任何与它身体大小相仿的食肉动物决一雌雄。被人捕获的袋獾，有的居然用牙齿咬坏铁笼，扬长而去。

许多动物的“化学”武器，比之尖爪利牙则威力更甚。许多人都知道毒蛇和蝎子的毒性大，害怕得很，有人甚至谈“蛇”色变，唯恐走路踩住一条毒蛇。可是，自然界有不少动物，或捕食，或御敌，有比这更加惊人的毒攻能力。

南美洲哥伦比亚有一种毒箭蛙，它的皮肤分泌物只要注入人体一毫克，就能索走一命。在澳大利亚生长的一种环状章鱼，只有巴掌大小，褐色身体上带着蓝色斑点，一次喷射的毒液，足以毒杀七个人！中毒者几分钟后便丧命，目前尚无药可救。

胶状透明的伞形动物水母，在水面浮游时，飘飘逸逸，显得温柔潇洒，可它体内藏毒，凶猛异常。在它们长髯般下垂的触手上，长满特殊的刺细胞，一旦缠住猎物，刺细胞立即分泌毒汁，注入对方体内，麻痹后送入口中，慢慢消受。水母中最毒者，是游弋在澳洲昆士兰沿海的匣状水母。它们分泌的毒汁，可以侵害动物的神经，其毒性不亚于可怕的眼镜蛇。最近二十五年来，昆士兰不幸殒命于匣状水母的人有六十多个。被这种水母触手上的刺细胞刺中，发作极快，1～3 分钟内便可死亡。

以毒杀人者，还有毒蜘蛛。诸如美国的褐隐士蜘蛛，新西兰南威尔士省的草蜘蛛和悉尼蜘蛛，南非的纽扣蜘蛛。最毒的蜘蛛是产于美洲的红斑蛛，又称黑寡妇蛛。这种蜘蛛毒性极强，人被咬一口，就有生命危险。

新近从美洲大陆又传来一则耸人听闻的消息——一群被称为“魔鬼蚁”的蚂蚁大军，如黑色的旋风席卷美洲大陆的某些地区。在这种蚂蚁被发现的一年多时间里，已经有几千人死于非命，而这些蚂蚁只不过袭击了一些很荒凉的地区。

“魔鬼蚁”比眼镜蛇毒一百倍！人畜只要被它咬一口，立即丧命。它们的寿命不长，只活六周左右，但繁殖极快。大群行进中的蚂蚁，由成千上万个蚁团组成，各蚁团都有几百万个成员，携带着自己的蚁后，一边进军，一边繁殖，阵容一天比一天大。“魔鬼蚁”所经之地，村庄、林木尽被摧毁，如遭浩劫。毒蚁危及的哥伦比亚、巴拿马和哥斯达黎加，政府为之忧心忡忡，正在加紧研究如何战胜毒蚁。

万灵之长的人类，对小小毒虫尚且如此；远比人笨的动物，在它们毒攻之下的命运就可想而知了。

“电打击”，是几种鱼类的“杀手锏”。中国古代十八般武艺中，绝无涉及电攻之类的家什。天上倒有一位司掌闪电的电母娘娘，手执神镜一晃，便能把闪电掷与人间，惩治恶人，但那仅仅是神话。

老实说，能放出直流电的电鳗、电鳐、电鲶等鱼类，比人类对电的利用不知早多少亿万年。生在大海中的电鳐，扁扁的身体，形如一柄团扇，或如一把月琴，长着一口小牙。别看它没有鲨鱼那样可怕的牙齿，鲨鱼通常也奈何不得它。一条电鳐，一次放电的电压有七八十伏，个头大的一次达到二百

伏左右。你看它，慢悠悠地游近一群鱼虾，不等那些鱼虾逃窜，早已放出电流，将它们统统击昏，然后逐个吃去，直到把肚子填饱为止。

电鲶生活在非洲的一些河流中，它放电的电压能达到一百伏左右。电鳗生活在中美、南美等地河流中，放电电压高达三百伏。古希腊人治癫痫病的妙方，就是把正在抽搐的病人按在电鳗身上。电鳗一痉挛，病人很快就安静下来。这也许是最原始的电疗法。如果在水中，一条电鳗放出的电力，足以击倒一个人。聪明而又馋嘴的人，为了捕捉它，先把一些大牲畜赶到河里，让电鳗一再显威逞能。家畜自是吃不少苦头，但不至于被电死。最终倒霉的是电鳗，电力耗尽以后，便由人用鱼网或双手尽情捕捉。

现在我们知道，几乎所有生物身上都有生物电，但象电鳗等能产生高压电的动物却是极少的。这是动物“生物战争”多样化的一例。

青蛙、癞蛤蟆、避役等动物，会闪电般地急射长舌，击取猎物，几乎百发百中，弹不虚发。癞蛤蟆捕食时，你就是瞪大眼睛一眨不眨地盯着，也看不清它怎样吐舌。它的速度太快了！从伸出舌头到卷回猎物，只有十五分之一秒，肉眼哪能看清？大个头的癞蛤蟆，舌头能射中十厘米外的目标。这还不算什么。石龙子能伸出舌头捉住三十厘米以外的一只小虫，也是射必不虚，“舌”到擒来。

舌头是动物的自身器官，不能离开身体射出。所以，严格说起来，这也许还不叫射猎。但真能射猎的动物也是有的，它们用嘴喷射水，或用头扬沙，以击落食物。

在大洋洲玻利尼西亚群岛的一些海岸，生着一种色彩鲜

艳、体长二十厘米左右的射水鱼。它们常常巡逡于长满植物的海岸，一旦发现小虫，立即把嘴尖伸出水面，用嘴唇上特别的小槽瞄准昆虫。瞄着，瞄着——只见一束水流从口中飞出，嗞地一声，象从潜艇发出的水对空导弹一样直射目标(图5)，小虫应声落水，立即被射水鱼吞食。

射水鱼是“神枪手”，三十厘米以内每射必中。最远射程可达四五米。可以连发，可以点射，射出来的水流，不仅能把蜜蜂、甲虫、蝴蝶等射落水中，甚至能把人的眼睛打伤，把眼镜射落水，力量可是不小。

图 5

a.射水鱼在射击目标

b.射水鱼有时会跳出水面抓住昆虫

蚁狮，观其名就知道它不是温顺之辈。它会布置陷阱，擅长射沙击物，是一种食肉性昆虫。矮矮胖胖的蚁狮常在干沙上挖一个漏斗形沙坑，自己埋伏沙中，只露头部和月牙形的大腭，耐心等候倒霉鬼上门送死。瞧，一只蚂蚁刚爬到沙坑边，便遇到流沙倾泻，一下子滑落坑底。蚁狮一扑而上，用大腭死死咬住蚂蚁，注入毒素，使它很快麻痹。又一只蚂蚁，到了"陷阱"边缘，立住脚，正在踟蹰，蚁狮不失良机地立即用头掀沙，射将上去。这只蚂蚁也掉落沙坑，成了蚁狮的牺牲品。

蜘蛛的布网术，比起蚁狮的布坑术来，机关更完善，猎术更娴熟，这是人所共知的。有一种大型蜘蛛，叫王蛛，大如人掌，两脚最大距离可达二十五厘米多，能将堕入罗网的小型鸟吃掉。更别致的是号称"渔翁"、在水中布网的一种毛翅目昆虫。它靠着河岸，顺着汩汩水流，做成一个漏斗形的小网，网口朝上游，犹如打鱼人下的拦鱼竹篓。"渔翁"安坐网底，悠然自得，顺流而下的小生物落入网中，便送到它嘴里。

兵不厌诈

狐狸以狡猾恶名昭著。无论猎食还是遁身，它都不厌其诈。有时狐狸捕家兔并不硬扑，而是在家兔跟前舞动漂亮的长尾，左一甩，右一扭，装得天真活泼，骗得兔子疑疑惑惑，步步捱近，冷不防之间，兔儿便被猛然一扑的狐狸咬住颈背。狐狸还能模拟山羊、野兔叫声，把一些不辨真伪的"糊涂虫"诓到身边，突然纵身扑杀。骗术如此地道，难怪人叫"狐狸精"了。

为了进行生存竞争，岂止狐狸需要骗术！许多动物都发展了适应环境的特殊本领，诸如拟态、变色、伪装、假死、恐吓等

等，以这些诡谲的“诈术”掩蔽进攻，防御敌人。

保护色，是动物的“常规”伪装术。住在森林、草原的动物，体色大多发绿；而在荒漠中生活的动物，却多为土褐色或土黄色。这些本事并不稀奇，奇的是许多动物象城市夜空的霓虹灯，可以变换颜色。

比目鱼堪称变色“魔术大师”，它的变色术精细巧妙，高超得几乎令人难以置信。有人做过这样一个有趣的试验：先在鱼缸底面画上黑白相间、好象国际象棋棋盘似的格子，然后把比目鱼放进去。过不多久，比目鱼的背面便布满棋盘格似的斑点，从上面往下粗粗一看，还真不容易把它与棋盘似的底分开呢。再把比目鱼放入缸底一片纯白的鱼缸中，它背上的棋格似的斑点又随之消失，代之以一件素装。生长在海底的扁平的比目鱼，就靠这套变戏法的本领，避害保身。每当凶猛的大鱼游来，比目鱼便伏在海底不动。在大鱼眼中，比目鱼成了一块石头或别的什么。等大鱼失望地掉尾而去之后，海底的这位“魔术大师”，抖过几下，又慢慢地游动起来。

动物变色的奥秘在于它们表皮里长有一层奇妙的色素细胞，能在动物中枢神经的“指挥”下，或者展开，或者收缩，从而变出不同的颜色，就好象大型团体操组成背景的表演者们，能随着音乐的指挥变换出各种图案。有的鱼变色极快，几秒钟可以变一次色。这些鱼一边游泳，一边变色，时而浓妆。时而淡抹，弄得追捕它的大鱼眼花缭乱，无从下嘴。大鱼稍一楞神，它们早已逃之夭夭。

动物使自己颜色与环境一致，可以收到伪装的奇效。有人做过试验：把四十只蝗虫放在跟它们体色不同的地上，一分钟之内，被三只鸡啄光，无一幸免；再将四十只蝗虫放在与它们

体色相同的地上，在同样的时间内，三只鸡仅吃掉六只蝗虫。

这种伪装术不仅为防身所需，进攻捕食时也大派用场。善于在海底打埋伏的岐须鲶，常常伪装成一块石头。在它一跃而起扑向小鱼之前，你实在难以把它同海底区分开来。

动物拟态，是另一种伪装，同保护色有同曲异工之妙，伪装者可以使自己的形体或行为方式混同于周围环境，以求隐身。

在澳洲浅海海藻丛生的地方，有一种长得丑模怪样的澳洲海马。它浑身是淡褐色的突起物和丝状体，一眼看去酷似藻叶。它常常用尾巴缠附在海藻枝株上，一动不动，同水藻一样飘忽荡漾。即使活动时，也是直上直下，慢悠悠，飘飘然，活似一段水藻，不象动物。娇弱的海马，就靠模拟海藻的形态和颜色，躲避那些霸道的大鱼，在海洋中求得一席存身之地。

在巴西的一些红叶林夹岸的小河中，游动着叶形鱼。叶形鱼不仅扁平的身体形如叶，颜色如叶，就是在水中游动时，也只用透明的小鳍微微摆动，与飘在水面的一片红叶树老叶一模一样；它静卧水底时，又好象一片沉底的树叶。更令人称奇的是它的沉着——如果它不幸落入渔夫的丝网，竟不扭不跳，继续扮演“枯叶”的角色。粗心的渔夫常常真把它当作一片红叶，漫不经心地随网放回水中。它象一片“枯叶”，从容不迫地顺流漂远，逃之夭夭。

说来也怪，好多动物的拟态，模拟的都是植物。叶形鱼仿的是叶片，竹节虫仿的却是枝条。细长细长的身肢，象竹枝一样长着结节，再加上树皮一样的体色，使竹节虫酷似树上的一根树枝。体长三十三厘米的新加坡竹节虫，是世界上最长的昆虫，伸直足部时全长超过四十厘米。尽管长得又细又长，但

当它趴在树枝上一动不动的时候，你就是鼻子尖碰到它，也不一定能发现。

尺蠖则装成一段枯枝。它头部吸附在树枝上，象杂技演员“竖蜻蜓”一样，直僵僵地挺立着，和树枝一般无二。一只小鸟飞来，凝视良久，也许发现了这段“枯枝”有些异样，便试探性地引颈一啄，这段“枯枝”硬梆梆地跌落地上，依然僵挺着。小鸟瞅了半天，不见动静，终于相信它是枯枝，拍拍翅膀，悻然飞去。

如果说竹节虫和尺蠖装成树枝模样主要为了迷惑敌人、保存自己，那么，生活在辽宁蛇岛上的一种腹蛇精心把自己装扮成一截秃枝，却是为了诱捕迁徙时路过那里的鸟类。它们常常缠在树上，昂首僵立，形同秃枝。疲惫不堪的小鸟一见“枯枝”，便落了上去。鸟儿本想在那里歇歇脚再赶路，不料“枯枝”顷刻之间化为毒蛇，小鸟顿时葬身蛇腹。

善良的人看了腹蛇诱捕飞鸟的镜头，也许会惊得目瞪口呆，但腹蛇的诱技在动物世界还不算首屈一指，生活在大海中的几种鱼的诱技，比它们还要高明。深海里的鲛鳚鱼，头顶伸出一根“细竿”，竿头挑着一盏发光的“灯”，小鱼小虾好奇地趋光而来，正好送到它的嘴边。大洋洲海域的一种“钓鱼鱼”，头顶“钓竿”上挂着三只小爪，每只小爪下都悬着一盏发亮的“灯”，诱得小鱼小虾更是神迷眼乱，往往做了“钓鱼鱼”的肚中餐。在神秘的百慕大群岛周围的深渊里，游动着一种名叫马尾藻鱼的凶猛鱼。它们尤其长于诱术，在长满利齿的嘴上，悬着一个肉疙瘩，常被贪食的小鱼误认为是香喷喷的佳肴。小鱼争先恐后地来抢夺那块食物，却白白地填了马尾藻鱼的肚子。

鸟中也不乏诱技高超的捕食能手，最典型的代表也许是果子鸟。它长有一副椭圆形的躯体，体羽橙黄，翅羽翠绿，爪子赤褐。栖在树枝上的时候，将头埋在腹下，身子酷似熟透的水果，双翅如同两片绿叶，褐色脚爪仿佛果子的短柄。这样一来，对那些喜欢吃熟果的昆虫已经有了很大的吸引力，可它还嫌不够，又从身上散发出阵阵玫瑰花香，让风送进昆虫的嗅觉器官，诱骗它们快快飞来。小虫刚一接近它的身躯，它就把藏在腹下的脑袋突然伸出，闪电般地将虫捉住。当地人看后十分吃惊，概括出一句发人深思的谚语："香的果子不好惹，甜的果子不好吃，要吃香甜果子，先要弄清真假。"读者如果对它感兴趣，请到澳大利亚去考察，当地的人称它为"佛尔卡基"。

有些动物跟身披保护色的动物相反，不是使自己的颜色与生活环境一致，而是尽量使自己的颜色鲜艳夺目，以便捕食者一眼就能看见。有人把动物的这种颜色称作警戒色。同保护色一样，警戒色是某些动物保护自己的一张王牌。

先看看欧洲的一种癞蛤蟆。它肚皮颜色鲜红，皮肤能分泌恶臭。有些捕食者第一次捕到这种癞蛤蟆，就被它的恶臭熏得透不过气，从此难忘，下次再见它那鲜红的肚皮，早躲得远远的。癞蛤蟆似乎知道这一点，遇到鹳或其他掠食者时，并不忙着逃命，只就地翻个身，四足朝天，亮出个血红的肚皮，便把捕食者腻跑了。

瓢虫披着一件漂亮的外套，花色鲜艳，斑点鲜明。有人以为它爱美，所以将自己打扮得很俏丽，并因此送它个"花大姐"的外号。实际上那一身艳妆也是一种警戒色。因为瓢虫的肉太不好吃了，食虫动物都对它大倒胃口。它打扮得漂亮惹眼，是为了提醒捕食者："注意，我是败味的瓢虫，可别来碰我。"一

些有毒的毛虫长得五颜六色，也不是不讲究隐蔽，而是故意警告捕食者留心它的毒性，少惹是非为好。

聪明的捕食者自然不会忽视这种警告。蓝樫鸟决不馋橙黄色的大蝴蝶，因为这种大蝴蝶体内有毒囊，吃了非大呕大吐不可，何苦找这罪受。美国一位动物学家试验：用含毒植物喂养一种昆虫，让螳螂吃了先吐一遭。后来，吃过苦头的螳螂不仅不敢再吃这种昆虫，甚至连形状相似的无毒甲虫也不敢碰了。癞蛤蟆也好，瓢虫也好，毛虫也好，看来都得计于此。

飞蛾、蝴蝶之辈，和善可欺，飞有众鸟追逐，栖有肉食昆虫和蜥蜴、青蛙等相害，逼得它们发展出一种超常的刺激性斑纹或行为，借以恐吓敌人，保全自己。我们到野外会发现，有些蝶、蛾翅膀上长着很大的眼状斑（图 6）。猛一看，那斑如同雀鹰的眼睛。许多食虫小鸟是惧鹰的。蝶蛾便利用这一点，当小鸟迫近自己时，突然展开翅膀，露出一对眼斑。小鸟看了，猛吃一惊，吓得朝旁一避，惶然而去。假如小鸟壮着胆子朝着眼斑下嘴，那也无妨。它咬到的只是一口粉状鳞膜，伤不着蝶、蛾大体。

图 6　蝶翅上长着很大的眼状斑

无独有偶，有的鱼也生有眼斑。如太平洋、印度洋中的珊瑚礁区，有一种华丽的金色蝴蝶鱼，它的尾巴上长着一块显赫的黑斑，象一只圆瞪的大眼睛，这对其他鱼类未尝不是一种不大不小的心理威胁。

黄蜂是一种小型的昆虫，但它肚子上那根毒刺，别说小动物了，连人都惧怕三分。食虫的小鸟一旦挨过黄蜂螫，会记忆好几个月，以后一见它就躲得远远的。黄蜂肚子上生着的黑、黄两色条纹，就是警戒色，足以使小鸟怵惕。

有趣的是，透翅蛾、食蚜蝇和某些天牛，竟象是窥破了小鸟对黄蜂的情绪，不知怎么学会了模拟黄蜂的体色、外形和行为。它们学得体似黄蜂，色似黄蜂，飞似黄蜂，连腹部也仿着黄蜂的毒针，生出长长的附器。有的蝇类还会扭动身体，显示附器，好象要用“毒针”惩处来犯者的样子。不过，这虚晃一“针”还蛮起作用的呢，那些对黄蜂怵头的小鸟，往往错把它们当黄蜂，不敢轻易触犯。这倒有点狐假虎威的味道了。

如此行诈的还有一帮毛虫们。这些肉棍棍似的毛虫，没大能耐，不得不乞之恐吓术。有些毛虫皮肤褶层中藏着眼斑，平时不易看到，只有受威胁时才显露出来。南美天蛾的幼虫，受到惊扰时竟模仿蛇的样子——把身体高高提起，形成弯曲，暗橄榄色的肚皮转向敌人，胸部使劲向两侧膨胀，呈现出一对黑色的眼斑。够了，这种极象小蛇头部的形状和色斑，足以使那些怕蛇的捕食鸟退避三舍了。

走为上计

古代兵家注重三十六计。“走”是其中一计，有时不失为

妙计。善于奔跑、飞行、跳跃的动物固然不懂兵法，却天生知道遇到强敌便逃之夭夭。不过，它们逃起来也不一样，各有一套奇招异术。

最简单的通用方法是撒开腿逃命，硬碰硬地比速度。鹿、斑马 兔子、驼鸟、大袋鼠……谁跑得快，谁就不吃亏。真正健壮的斑马，在草原上几乎不可能落入狮虎之口。狮子的逐猎，往往选择体衰掉队者。只有失去速度优势的斑马，才难以逃脱追逐者的利爪。

不善于奔跑的大型动物，常常凭险而居。它们遇到凶猛的敌人，或者在密林中的树上跳来荡去，爬上高枝；或者在峻岩危壁上跳跃攀援，使猛兽知险却步。

鸟类的优势在空中。它们在地面遇敌，或者疾飞入云，或者钻入丛林，或者停到安全的高处。有些鸟飞向高空时，犹如呼啸的弹头，直往高里钻，如云雀和百灵；有的鸟从云端直坠地面，好象殒石下落，但在接近地面的刹那间，突然翻身拍翅，钻进一个隐身之处，如鸽子。

黄毛夜蛾直落藏身时，比鸽子还要巧妙。每当它在空中受敌，先要表演一段“迷魂舞”——不断抖动色彩鲜艳、闪闪发光的翅膀，上下翻飞，然后倏然跌落地面，移动几步后，收起漂亮的翅膀，伏身纹丝不动。追捕者失去翩跹耀眼的目标，只得转向他方。从极显眼到极不显眼．这是某些动物逃跑时的一种迷眼法。

蚱蜢、蟋蟀、跳蚤一类善跳动物，用的是腾空一跳的方法逃命。它们这一跳，好象孙悟空一个筋斗驾上云端，往往就不知去向。人类讨厌的跳蚤，之所以千百年来除而不尽，在很大程度上仗着紧急关头那一跳。它大似针尖，体长不过一毫米

多，却能一蹦二十厘米高，三十多厘米远。按体长大小折算，一个一米八高的运动员要是有这样的弹跳力，就该一下子跳出二百多米高，三百多米远。

鱼在水面遭遇水外敌人不难对付，紧急下潜，遁入深水好了。可在水里遇到“煞星”，就要麻烦得多。大多数小鱼利用自己身躯灵巧的优势，同大鱼们“捉迷藏”，赶紧钻入犬牙交错的礁石缝罅、岩洞或密密的水草丛。还有些小鱼，如美洲中部沿岸热带海域中的隐鱼科小鱼，我国西沙群岛海域中的小潜鱼，为了逃命，常常钻进大贝壳里，或官海参、梅花参的肛门处。好在那些动物还算“厚道”，一般不忍加害。危机过后，“避难者”再从“防空洞”中钻出身来。海里还有一种飞鱼，遇敌后疾游一段，跃出水面，滑翔飞行几百米，把追兵甩得无影无踪。有人曾在热带大西洋测得飞鱼滑翔的最好纪录：高出海面十一米，滑行距离一千米。

残体自卫是一些动物的护身法宝。它们为了保全性命，不惜丢胳膊、卸腿、断尾巴。许多孩子都知道这样一个故事：被咬住尾巴的蜥蜴，断尾逃走，不久又长出新尾巴。蚂蚱被捉住以后，常常自己挣断一条腿，逃命要紧。兔子皮薄如纸，就是准备挨咬的。它一旦被狼、狐咬住皮肤，立即挣身逃跑，只将一小块皮毛留给敌人。掉皮的地方，不见出血，新的皮毛会很快长出来。这是金蝉脱壳计吧。

在敌害面前实行“走为上计”的动物，并不都是“逃跑主义者”。只知一味地避敌奔命，有些动物在“走”之前，或在“走”的过程中，还要抵挡一阵。比如，有一种形似斑蝥的小虫，名叫炮虫。它屁股上确有一门“大炮”。“开炮”的时候，不仅“咝咝”有声，而且能射出一股遇到空气就雾化的液体，好象威力强大

的“化学炮弹”，击中目标保准能够退敌。令人吃惊的是，它的“炮”可以随时变换方向，瞄准敌人快速连发。贮足“弹药”的炮虫，一次作战可以在四分钟内炮击二十几次。有人目睹过炮虫与青蛙对垒的场面。一只喜孜孜蹦来的青蛙，正要对准炮虫伸出长舌，炮虫不慌不忙抬起屁股，疾射一炮，正中敌人咽喉。青蛙张着大嘴，晕头转向。炮虫却头也不回，缓缓地退去。

第九章　生物的“战争”(中)

动物世界生存竞争激烈、严酷，到处战争纷乱，这倒并不难以理解。那么植物呢，它们一般来说不会象动物那样到处活动，是否就太平一些，争斗不那么厉害呢？

是啊，一般人难免这样想，植物嘛，生在哪儿就在哪儿，既不会主动出击，又无抵抗能力，彼此大约是相安无事的；而花也罢，草也罢，树也罢，动物或人要吃便吃，要踩便踩，要怎么样便怎么样……。不对了。下面不多的篇幅里，你会看到，植物不仅彼此之间在无声地、紧张地进行着严酷的生存斗争，而且顽强而巧妙地同动物抗争，其抗争结果，战败者还未必就是貌似文静的植物。有些植物能将动物置于死地，有些甚至能把动物变成自己的“口粮”。

青枝绿叶化干戈

古人有诗：“桃花嫣然出篱笑，似开未开最有情。”在诗人笔下，含苞欲放、妩媚多情的桃花，着实逗人喜爱。能够开出如此艳丽花朵的桃树，大概一定异常温柔，不会损害与它相邻的生物的吧？

不。有经验的果农会告诉你，可爱的桃树会暗施“化学武器”，竭力排斥其他植株。它生长在某片土地上时，根部便分泌出一种名叫扁桃甙的物质，从中能分解出苯甲醛。这东西

能使土壤“中毒”。它自己安然无事，其他植株却不易在这里扎根。这有没有一种“霸道主义”的气味？为了使新的植株能在这里扎根落脚，有经验的果农一定要在事先把老的桃树根和周围土壤清除掉。

这同动物之间竞争生存地位的“战争”，不是很有雷同之处么？我在这里生长，就不能容你；即使吃不掉你，也要压住你；抢阳光，抢水分，抢营养，抢“地盘”，这是植物之间的常规“战争”。

为了争夺普天同照的阳光，生在一处的草木你挤我攘，伸枝展叶，拚命地向上拔高，尽可能大地铺开一个遮荫面，竭力挡住周围植物的光线。人们不止一次地歌颂大树的绿荫，因为它为人们遮断了夏日灼人的阳光；然而，对于大树下的多数植物来说，树荫却断绝了它们所需要的阳光，使它们黄萎甚至枯死。

为了争夺水和营养，它们还以根系在地下竞相延伸，扩大地盘。即是万紫千红的鲜花，那艳丽的花容和甘美的花蜜，竞相吸引昆虫的光顾，以便传播花粉、繁衍后代，也不无竞争的意味。

令人厌恶的是一些蔓生植物。它们为了独得一块天地，先攀着树木往上爬，然后将树木绞杀，或者起码不让树木好好地活着。热带雨林中的棕榈藤，就是这样的一种植物，人们称它为“鬼索”。它的干很细，一般不超过五厘米。顶部长着一束叶子，叶子前面的茎梢又长又结实，上面长满硬刺，如同一条鞭子。这条鞭子只要碰着大树，就缠住树干往上伸。它爬到大树顶部以后，继续生长。由于没有什么可攀援，越长越长的茎就往下坠，在大树周围绕成无数藤圈，妨碍大树生长发

育。鬼索的行径不比使用“化学武器”的植物好。

暗施“化学武器”的，不独桃树一例。有些植物的树叶也能“施毒”。例如，在美国加利福尼亚生长着一种灌木，它的枝叶会产生一种毒素，随着雨水淋溶到土壤中去，使其他植物的种子在这块土地上无法再萌芽。这种抑制作用经久不消。除非大火烧山，把它们烧得一干二净，其他草木才能乘机繁殖、生息。不过，如果这种灌木再次出现，不久还会在这里称王称霸。

有些植物的凋落物坠地以后，会分解出某种抑制其他植物的化学物质。比如，在栗树下很难见到白芥和独行菜的踪影。因为栗树的落叶中含有丹宁，能显著地抑制这些植物萌芽。植物学家把植物分泌的这种抑制其他植物生长的化学物质，叫做“抑他素”。

植物既然不会象动物那样扑跃撕咬，“化学武器”便显得格外重要。它们不但用来与植物同胞作斗争，而且用以向动物进行自卫。

巧胜蚕食虫

目前已经知道，世界上大概有上千种植物明显有毒。夹竹桃属植物含有强心苷，只消二两夹竹桃叶子，就能致人于死地。生在沼泽、浅水和湿地的毒芹，是一种多年生草本植物，一身都是毒，人、畜误食以后，就会中毒死亡，连体躯庞大的牛都抵抗不住。最毒的树是生长在东印度群岛上的“见血封喉”，又名“剪刀树”，属于桑科植物。树皮或枝条破裂后，流出剧毒的白色乳汁。19世纪中叶，当地土著居民奋起反抗入侵的

英国殖民者，曾把这种树液涂在箭头上，射向敌人，中箭者立即扑地身死。用这种箭射猎，中箭的野兽三五步必定倒地丧命。怪不得人们要把“见血封喉”称作“死亡之树”了。

植物生来就要被动物吃，这似乎是天经地义的事。然而事实不象我们想象的那样简单。植物以毒防身，就是对蚕食者的抗争。有些植物虽然无毒，却能发出一股恶臭，或者又苦又涩，极不好吃，也是它们逃避被蚕食命运的一种办法。例如，橡树叶子的鞣酸类物质能与蛋白质发生作用，降低叶子的营养价值，让那些蚕食者大失所望。一种沙漠灌木，叶子内含有酚树脂，能同植物蛋白质和淀粉形成不好消化的络合物，它似乎在告诉蚕食者：“对不起，我会使你肚子很不舒服，以后别来吃我了。”吃过它们的动物倒过胃口以后，只要不健忘，自然见之生厌，再不去碰它。

不久以前，人们发现了一种奇特的现象：某些树木甚至会互通信息，共同对蚕食者进行“自卫反击”。为了证实这一点，让我们来看看美国生态学家戈登·奥里恩斯和戴维·罗兹做的一个有趣试验。

他们在一棵阿拉斯加柳木上罩上一个篷盖似的网络，再把一批蚕食者——毛虫撒在篷上。当毛虫从蜘蛛网一样的篷顶落到树上时，柳木立即“感觉”到了，并迅速作出“自卫”反应——改变树叶的营养品位，不给蚕食者“甜头”。

使人吃惊的是，与这棵树相邻的柳木，并没有遭到毛虫的攻击，但它们的叶子同那棵受难的柳木一样，营养品位也起了变化，完全是一副准备迎击蚕食者的姿态。

受难者怎样把“敌情”通报给邻居的？邻近的柳木怎样接受“通报”，并按照受难“邻居”应敌的办法，相应地改变自己树

叶的营养品位的?这一切,象神秘的谜一样令人困惑不解。是不是试验有什么差错呢?大雅茅斯大学的生物学家杰克·舒尔茨和化学家兰·鲍德温发现,糖枫和白杨也有这种互通信息、进行"自卫反击"的本领。后来,科学家们猜测,可能是受难者放出了一种外激素,它象信息一样传给了周围的邻居,这种物质被邻居们吸收后,也跟着发生了反应。

更奇的是,有些植物能暗暗产生一种类似激素的化合物,谋害来犯的蚕食者。科学家们发现,落叶松、太平洋水松和美洲梅等植物含有一种保幼酮。不过,请不要误以为保幼酮是保护蚕食者幼虫的东西。保幼酮的功力是打乱昆虫的发育程序,使昆虫变成既不象虫又不象蛹的畸形体,从而使昆虫丧生。二十年前,人类才发现这种通过调节昆虫激素来控制虫害的办法,想不到某些植物千百万年前早就用这种离奇的手段谋杀蚕食者了。

在蕨类植物和万年青中,还有一种很厉害的蜕皮激素。昆虫吃了这种物质,会加速蜕皮,提早化蛹,造成发育不良而死亡。这种神秘的"自卫"手法实在令人惊叹不已。

大千世界,千姿百态,植物同蚕食者斗争的"武器",般般样样,不一而足。人们熟知的菱角,果肉香甜脆嫩,非常可口。可是你瞧,它就生在水鸭和鱼的嘴边,却没有谁敢拿它解渴充饥。不是它们厌恶菱角肉,而是菱角那些坚硬而锐利的尖角太可怕。如果谁硬充好汉吃菱角,吃不动是小事,划破嗓子可不是玩的。

头上长角,身上长刺,这是某些植物防范动物的比较常见的方法。玫瑰虽美,棘刺可畏,蔷薇虽香,刺手见血。仙人掌、仙人球肉质丰厚,浑身的硬刺却难容贪食者下口。茅草叶是

锯齿，稻麦芒似尖针。触摸大蓟，小心扎手；披荆斩棘，难免挨刺。针刺、毛芒，都是植物抵御蚕食者的有效武器。

即便有些植物的果实或枝叶，虽无尖角硬刺之利，表面长着的那一层密茸茸的软毛，也使一些蚕食虫感到为难。棉花软毛使叶蝉不好下口，大豆毛状体令甲虫恼火。几乎所有的作物，当其叶子幼嫩的时候，都生着丰满的茸毛，这对蚕食者的进攻不是没有阻挡作用的。试想，这种细密的茸毛，既无滋味，又刺嗓子，也不便于某些昆虫幼虫的蠕行，怎么会受蚕食者欢迎呢？

蝎子以毒螫著称，不料植物中也有与其齐名者，叫蝎子草。这种草叶背面布满刺毛，内含毒液，碰上动物，就刺进它们的皮肉，并且注入毒液，使它们象遭了蝎子螫一样，疼痛难忍，发起的斑块红肿难消。蝎子草，着实毒如蝎。类似蝎子草的植物还有不少，在我国就有五个属三十多种，常见的有荨麻科植物。它们将角刺和“化学武器”有机地结合起来了。

有些植物不具毒液，也无角刺，却发展出种种巧妙的“避敌术”。我国南方有一种跳舞草，只要有阳光的照射，即使无风的时候，也能摇摆颤动，好象跳舞一样。这当然不是为了取乐，而是迷惑、吓唬蚕食者的一种巧妙防御，与农民在粮田设置的恐吓鸟雀的稻草人，颇有异曲同工之妙。鲜嫩的十字花科植物，能在蚕食者不能生存活动的恶劣环境中生长、繁殖，或者在短暂的生长季节里迅速长大，开花结果，干脆避开蚕食者活动的地域或季节，叫它吃不着。这叫“惹不起，躲得起”，“用心”也可谓良苦矣。

植物“吃”动物

最精彩的是食肉植物，它们已经跳出了消极防御的地位，练就一身反过来吃掉小动物的本事。

先请看一组特写镜头。

一株样子特别的草，几枝瓶状叶，枝枝瓶口朝上，集成一束。

一只身着彩装的瓢虫飞落叶上，它爬到瓶状叶的顶端，并进入瓶口。瓢虫在瓶口稍停，用两条纤细的前足清了清牙——瓶里散发出一股甜丝丝的香气。

瓢虫小心翼翼地向瓶里爬去。突然，它象坐滑梯一样滑到瓶底——瓶的内壁太滑了；瓶底，是蜜汁一样发香气的液体。

一身湿的瓢虫试图爬出去。它一次一次地爬出蜜液，又一次一次地滑落——内壁长满倒刺，使它寸步难行。它展开翅膀，想飞出去，但瓶子太窄了，它碰到瓶壁，又掉到瓶底……

一次次的努力都失败了，精疲力尽的瓢虫终于浸在瓶底液体中不再动弹。

镜头淡出又淡入。镜头上瓢虫淹毙的位置上，一片残骸——瓢虫已被消化了。

原来，淹没瓢虫的液体是一种消化酶。这种把瓢虫“吃”掉的草，是以昆虫为食的食虫植物之一——瓶子草。

全世界类似的食虫植物有五百多种，按科分就有瓶子草科、猪笼草科、茅膏菜科和狸藻科。它们吃起小动物来各有各的高招儿。

猪笼草是一种半木质的蔓生植物。色彩艳丽的捕虫袋，有的象小圆筒，有的象喇叭，都挑在叶片的尖端；袋口还有半开的小盖子，好象一把挡日遮雨的小伞；袋口的蜜腺，发出一阵阵芳香，诱骗虫子爬进小袋袋（图 7 ）。然而，爬进去的小虫子没有重见天日的，它们同误入瓶子草那只瓢虫一样被“吃”掉了。

矮而丛生的茅膏菜，长得很不起眼。它那半圆形的叶片边缘，生着密密的腺毛，能分泌出露珠般的粘液。馋嘴的虫子落下后，只要被一根腺毛粘住，其他腺毛便象“魔爪”一样，立刻一齐伸向虫子，把它紧紧地攫住，粘裹在里面。几天以后，茅膏菜的这个“俘虏”消失了。当那片叶子的腺毛回复原状时，小虫只剩下一些残壳。

图 7　各种形状的捕虫袋

a. 喇叭形. b卵形 c.圆筒形

捕蝇草的捕虫器官，象一个上了“机关”的活夹子。它的叶子分成两半，好象两把小扇，边缘生着刺毛和蜜腺。爬上来的小虫一旦触动“机关”，叶子的两半部就会在二十秒钟内迅速闭合，刺毛交错封锁，活象是包饺子一样，把小虫包在里面，然后在这里分泌消化液，慢慢消受（图 8 ）。

狸藻生在淡水中，茎上长有许多小小的捕虫囊，是目前已

a　　b

图 8

a. 整株捕蝇草　　b. 捕到一只蝇的捕蝇草

知最小的捕虫"陷阱"。狸藻的捕虫囊小则小，但其捕虫技术毫不逊色于其他食虫植物。囊口周围有倒生的刚毛，猎物游进来休想爬出去。捕虫囊平时呈半瘪状。别看它瘪，瘪有瘪的妙用。当水蚤等小虫触动囊体时，可以开合的小囊就迅速膨起，象吸水器一样，把小虫连水一起吸入囊内，开口处的瓣膜随即关闭。这只被囚的小虫如瓮中之鳖，只有束手等待狸藻慢慢消化它了。

真菌，是一种低等植物。但食虫真菌的捕虫本领却是高超的。它们的捕虫方法，大致分成粘捕与套捕两种。

使用粘捕法的真菌，菌丝能形成菌网、菌枝或菌钮，表面都有一种粘液。假如线虫爬来，碰到粘液便会被粘住，粘连处的真菌很快长出一根细小的穿透枝，如利针一般扎入线虫体内，吸食营养。最后，被吸食一空的线虫，只剩下一副空皮壳。

工于套捕法的真菌，菌丝上会长出一个短枝，然后自行弯曲，围成一个环状菌套，好象猎人下在山林里套兔子的圈套。

鲁莽的线虫常常不知是计，一头扎进去，想穿过套套。但是晚了，圈套在收缩、勒紧，线虫挣扎也无用。因为套儿是活的，越挣扎它收缩得越紧。菌丝一边收缩，一边长出穿透枝，象注射针一样扎入线虫体内，并注入毒素。不等线虫挣扎到精疲力尽时，早已被真菌置于死地。

植物开荤“吃”动物，“吃”起来又尽善尽妙，生物世界如此千奇百怪，真是太有意思了。有人曾经认为，食虫植物吃起虫子来，连食草动物都愧莫能如，因此应该把它们算作动物。科学家经过研究指出，食虫植物虽然会象动物一样捕虫吃，但它们都长有根、茎、叶，都能进行光合作用，不捕虫也能活下去，这一点是动物无法做到的，所以它们是植物，不是动物。

既然如此，食虫植物为什么不靠自己的根、叶生活，还要“吃荤”呢？科学家认为，这是它们适应土壤中缺氮的湿地或沼泽地的生活环境的结果。土壤中严重缺氮，而动物体内又有氮，环境的逼迫与生存的渴望，终于使它们在长期的演变中走上了反吃动物的强者道路。

第十章　生物的“战争”(下)

如果说前两章为你描述的生物“战争”激烈、紧张，颇为惊人心弦的话，那么，生物界寄生在很多情况下，却显得表面平静而安宁，缺乏一种战争的气氛。

然而，当一头雄狮被致命的病菌折磨得死去活来、奄奄一息的时候；当一只猴子被十几种小寄生虫咬得又抓又搔、坐立不安的时候；当一种真菌侵入一种昆虫幼虫体内，最后把它“吃”得只剩一具皮壳的时候……你能说这里还有什么平静，还有什么安宁可言吗？你能说这种生物界特殊的争夺同前两章那种生物的“战争”没有相似之处吗？

寄生，生物间一种特殊的“战争”，一样地严酷，一样地你死我活。不同的是，这种“战争”的样式显得更其复杂，更其微妙，更多出奇制胜……

看不见的战线

珍禽异兽荟集的动物园，是城市里吸引人的好去处。动物园里，最逗人的大概要数那些顽皮而活泼的猴子了。而那猴子捉虱子的情景，常常令人忍俊不禁。人们看不见那些虱子，但猴子那种又抓又搔的情态告诉我们，它身上有不少虱子，而且好象抓不光。要不怎么每一次去动物园都撞见猴子抓虱子呢。

猴子打架，那是“明火执仗”的“战争”。可是，猴子抓虱子就不是“战争”吗？猴子伸出五爪，在密茸的皮毛中搜索，抓到虱子送到嘴里。有时候，两只猴子还会协同作战，互相帮忙。但虱子的“战线”似乎太长、太隐蔽了，猴子只好打一场旷日持久的“战争”，说不定活一天就要抓一天虱子。

如果仔细观察，你也许会惊讶：猴子身上何止虱子这一种寄生虫？常住的“部队”可能就有螨、跳蚤、蛆、虱蝇……，不断前来骚扰的还有蚊、虻……它们“哼哼嘤嘤”，缠个不休，不找机会饱食一顿是不肯离去的。

如果说，人们在仔细观察后还可以用肉眼看到猴子身上的寄生“战线”的话，那么，寄生在猴子身体内的虫子、细菌，就构成了地地道道的看不见的“战线”。细菌不必说了，光是寄生的小虫儿，何止万千。蛔虫、绦虫、锥虫、吸血虫、鞭毛虫、变形虫……有的在消化道里，有的在肌肉里，有的钻进血管里……

看不见的“战线”不止设在猴子身上，也设在包括飞禽、游鱼 爬虫、走兽等各种动物身上。鸟类毛茸茸的羽毛，是许多寄生虫隐蔽作战的理想地点。有人曾仔细地统计过，一只鹬鸟，仅仅两只翅膀上就住着一千多只毛虱。

这么多的寄生虫向一个目标进攻，被寄生的寄主能受得了吗？是的，在这样的攻势下，不少动物死于寄生虫病或传染病，有的被折磨得虚弱不堪，然后被天敌捕食。但在多数情况下，寄生虫并不打算置寄主于死地。如果说寄生虫有什么“理想”的话，它们恐怕多数还是希望寄主永远好好地活着，这样，它们才能稳稳当当地把“现成饭”吃下去。如果不但寄生，还要不停地捣乱，把寄主很快折腾死，那么它们或者同归于尽，

或者还要惶恐地去寻找新的寄主，又何苦呢？事实也是如此。研究寄生的生物学家告诉我们，许多寄生物朝着减轻对寄主损害的方向演化。这是寄生物与寄主之间长期互相适应的结果。

寄生物为了把“战线”撤开，一代一代地把它们的“战争”继续下去，都要通过巧妙的方法繁殖后代，转移寄主。蛔虫和绦虫都有惊人的生殖能力。一条蛔虫，一天一夜能产二十万粒卵。平均每小时产卵近万粒，钟表每“嘀嗒”一下，它就产卵二三粒。无钩绦虫一生能产一百亿粒卵。但它们的卵都不能在寄主体内孵化发育。你想，这么多卵在寄主体内繁育，哪一个寄主还受得了！寄主一死，这些寄生虫也跟着完蛋，它们岂不早就绝种了？

这些寄生虫的卵离开寄主后，只有重新被动物或人吃进肚子才能孵化，有的中间还经过好几个寄主。寄生在鲈鱼体内的绦虫，把节片排入水中。含有虫卵的节片先被浮游的桡足类吃掉，虫卵在桡足类消化道里长成幼虫，进入体腔。桡足类被小鱼吃掉，绦虫又进了小鱼肚内；大鱼吃小鱼，同时也引来了绦虫。

大多数寄生虫实行“既不让寄主好受，又不让它死去”的政策，也有一些寄生虫必欲置寄主于死地而后快。有一种巨黄蜂，能用毒刺扎入袋蜘蛛身体，然后注射毒液，使袋蜘蛛麻醉。巨黄蜂使用的是一种超级“麻醉术”，被麻醉的袋蜘蛛既不会动弹，又死不了（图 9）。即使人类最高明的麻醉师，目前也达不到这样的技术水平。巨黄蜂在被麻醉的袋蜘蛛体内产下自己的卵，幼虫诞生后，就住在袋蜘蛛体内，不停地吃它的肉，一直到把它吃光为止。

图 9　巨黄蜂给袋蜘蛛打"麻醉针"

当然，也有极个别的例子说明，寄生成了"周瑜打黄盖——一个愿打，一个愿挨"。如深海中一种长得怪模怪样的鲛鳚鱼、雌鱼长着一个大脑袋，额上还寄生着一条甚至几条小雄鱼，雄鱼靠雌鱼供给血液和营养，这属于性寄生(图 10)。雌鲛鳚走到那里，就把"小女婿"带到哪里，真真是如胶似漆，"爱"得一刻也不分离。"小女婿"除了为生儿育女出力之外，其他一切都享受现成。"小女婿"虽然什么都不愁，不过，想来日子过得也太无聊了。

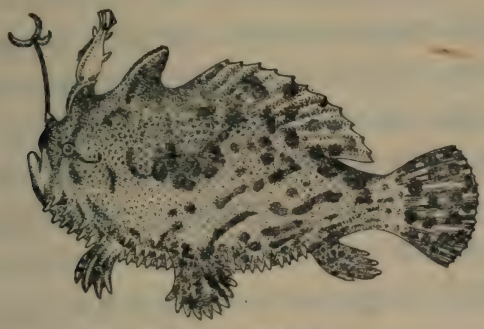

图 10　一种鲛鳚

"绿衣女巫"的"巫术"

女巫草，你可能一听这名字就会猜想，这准是一种有害的

草，要不人们怎么给它起了这么个恶名呢？

青枝绿叶，开着鲜红或黄色的小花——女巫草的姿容是俏丽动人的。但女巫草喜爱寄生在高粱、甘蔗等植物身上，过寄生的生活，却是世界上农作物的一个大敌。外表妖艳，又爱害人，不就有点“女巫”的味道了吗？

女巫草的种子特别“灵”，灵得也象女巫。如果一颗女巫草种子落到一棵甘蔗的近旁，这颗种子就好象长着鼻子，一旦“嗅”出甘蔗根部分泌的一种化学物质，便开始发芽。它舒展纤细的根须，悄悄地向甘蔗根延伸，一接触到甘蔗根便牢牢攫住，然后分泌一种酵素，软化甘蔗根的细胞壁，把自己的根扎入甘蔗根内。

就仿佛接通了输血管，女巫草贪婪地吮吸着甘蔗根里丰富的养分，迅速地生长，柔细的“腰肢”不断向上伸展，很快开出一朵朵艳丽的小花。

大量结籽，这是女巫草的又一“异术”。一株女巫草可以结籽五十万粒，籽粒小得肉眼勉强可见。它们象一支庞大的“空降兵”，随着吹荡的风和飞飘的雨，撒向四面八方。这些种子落入土中以后，便伸着“鼻子”，“嗅”寄生对象发出的气味，不接近目标决不轻举妄动。为了等候机会，女巫草种能耐心地在土里埋二十年，既不发芽，也不死去。

这种鬼本领，真有点象“巫术”。怪不得有人把女巫草称为“绿衣女巫”了。

象女巫草这一类植物寄生于植物的还有菟丝子、槲寄生、桑寄生等等。它们在许多方面同女巫草一样，也具有“绿衣女巫”的一套“巫术”。

菟丝子的蔓茎细长如线，可以缠住它身边的任何一株植

物茎干往上爬，即使是动物望而生畏的荨麻，它也能爬上去。说起来，菟丝子打败荨麻的“战争”也是够严酷无情的了。春天，菟丝子从地里钻出来，如同一条小青蛇，扭扭曲曲地爬着，寻找进攻的对象。一旦碰到荨麻的茎，它就死死地缠在上面，迅速地往上爬。它在荨麻身上越缠越紧，并用一种新的根系——吸器吸住荨麻的茎，直接从那里吸取营养。这时候，菟丝子已不屑于自己从土壤中吸收养分了，干脆让根死去，专门嗾取荨麻的养料。这样一来，它长得越发茂盛，抽出许多新茎，密密麻麻地缠在荨麻上。不论荨麻怎样挣扎，也摆脱不了它的纠缠，无可奈何，只好凋萎。菟丝子却长出串串球形花蕾，开出粉红小花，结出粒粒小籽，统统撒落地下。第二年，它们又萌芽、抽丝、寻找植物，然后紧紧地缠到它们的茎上，开始新的盘剥。

桑寄生和槲寄生，同一些鸟儿结成了同盟。它们都能结出甜生生的浆果，引诱鸟儿来啄食。鸟儿当然不白吃。浆果的肉填了鸟肚子，消化不了的硬壳种子却随着鸟粪排出体外。桑寄生和槲寄生都寄生在大树桠上，如茶树、山毛榉、槲树、榆树、桦树、松、柏等，如果没有鸟儿给它们“播种”，它们怎么能跑到那高高的大树上去呢？落脚在树桠上的桑寄生和槲寄生，直接用它们的吸器与寄主的维管束串通，靠着大树丰富的养料发芽生长，长得簇簇丛丛，一片旺绿。它们同女巫草、菟丝子等“绿衣女巫”的寄生行径，也没有多大区别。

打进“敌人”内部去

中医有一味补肺益肾的名药，叫冬虫夏草，又叫虫草。

冬虫、夏草，究竟是虫还是草？常有人这样好奇地问。你瞧，明明是一条干巴了的虫子，一头却伸出棵顶端呈棒形的草。难道它们既是虫，又是草？它们是怎么长到一起去的呢？

冬虫夏草产于我国西藏、青海、四川等地海拔三千米以上的高山草原。让我们到这些草原上去探索一下它们是怎样长成的吧。

事情还真涉及"虫"和"草"这两家。先从虫说起。原来，冬虫夏草底部那条干巴了的虫子，本是一条活虫，学名叫冬虫夏草蛾幼虫。从夏天到秋天，这种小虫一伸一屈，不停地在草株上爬上爬下，无忧无虑地蚕食鲜草，越长越大。它不知道，一种真菌已经侵入了它的体内，靠着它的肉和体液的滋养，也在慢慢地蔓延，长大。

冬天来到之前，这条虫子拖着半僵硬的病体，挣扎着爬入土中。也许它以为，身体发硬是由于天冷的原因。在土壤中睡上一觉，躲过那高山严寒，春来又会复苏。它何曾料到，这一睡便是它的"大限"。一种菌丝密布于它僵硬的躯体内。当它恍惚睡去时，真菌的菌丝体已经变成菌核了，而它只剩下一层虫皮。

漫长的寒冬过去了。短暂的高原之春也过去了。直到初夏，虫子还没有苏醒。从虫子的僵壳中，倒伸出一株小"芽"。它向上伸呀伸，终于拱出地面，好象一棵柔嫩的小草，细细的柄上，顶着个两头尖尖的棒棒，这就是从真菌菌核中长出的冬虫夏草的子座，高约四至十一厘米。

子座的"棒棒"里，生着许多子囊，每个子囊里，又包含着两个孢子。子囊很快成熟了。成千上万小圆球似的孢子漫天飞舞，到处去寻找攻击的目标。孢子一旦落到虫子身上，就象

种子播入沃土，很快萌发成菌丝体，侵入虫体。于是，又有一批冬虫夏草蛾的幼虫得病，僵化，如同上面描述的那样，最后变成徒有躯壳的菌核。

冬虫夏草究竟是虫，还是草？看来，它既不是虫，又不是草，而是寄生于一种昆虫幼虫体内的真菌植物。在分类学中，这种植物属于子囊菌亚门，核菌纲，球壳目，麦角菌科。人们看到的那条干巴虫子的外形，只是一个空壳，里面是这种菌类的菌核。虫体，早被真菌享用一空。

象冬虫夏草这样的虫生真菌，还有生于蝉蛹或山蝉幼虫虫体的蝉花、生在蝇类身上的蝇虫霉，生在蚜虫身上的蚜霉，生在松毛虫和家蚕身上的白僵菌，等等。这些植物寄生于动物身上，每每神不知、鬼不觉地，就把寄主置于死地。这种寄生手段说起来真有点儿残酷。

不过，人类倒对这些虫生真菌的“战术”颇为欣赏。因为这些真菌制伏的虫类，大都是对人类有害的动物。冬虫夏草、蝉花，又都是人们需要的药材。人们还利用白僵菌的寄生本领，把它们派遣到松林里去同松毛虫作战。松毛虫是松林的大敌。群聚的松毛虫，可以在一两天之内把成片的松林吃得象火烧过似的。人们把白僵菌的孢子喷洒到松林里，或者把一批捉来的松毛虫放到白僵菌孢子粉中滚一滚，然后把它们放回松林。受到孢子入侵的松毛虫，很快得病，身体发硬，身上长出茸茸白毛，最后僵硬而死。

妙的是，不用多久，松林里的松毛虫一批又一批地都走上了这条死路。其中奥妙同冬虫夏草一样，白僵菌也会在成熟时放出成千上万圆形的小孢子，孢子沾虫萌发，便侵入虫体，靠松毛虫体液生长，使松毛虫死亡。白僵菌的孢子，就来自于

长在松毛虫身上的白毛——白僵菌的菌丝。

不用洒药，不用手捉，不劳鸟雀，无声无息，靠这些打入“敌人”内部的虫生真菌，就使大片大片松林的松毛虫全军覆没，这仗打得真够漂亮的！

白僵菌还能防治白蚂蚁、玉米钻心虫、山芋象鼻虫等害虫。小小真菌，立下如此奇功，真值得人们赞扬。不过，白僵菌也会使家蚕和柞蚕得病，在使用时必须多加小心，防止它误杀益虫。

与白僵菌相类似的还有苏云金杆菌。这种菌打入玉米螟、柑桔凤蝶和马尾松毛虫等害虫肚子，在那里生长、繁殖，分泌毒素，使虫子不吃也不动，一个劲儿地“拉稀”，最后置于死地。“拉稀”战术同“僵化”战术，手法似乎正好相反，寄生杀虫的效用却是一样的。

精心筹划的“谋杀”

山幽，林密。这一阵儿，平日里不时鸣啭的“布谷布谷”啼叫，不知怎的敛了声。

她，一只雌杜鹃鸟，栖足高枝，不跳不啼，一动不动地盯视着前方——那里，有一只大苇莺正在自己的巢中孵卵。

过了好一会儿，大苇莺突然腾起身，“啪啦啦”搧着翅膀飞走——也许是饿了，要去觅食吧。耐心守候的杜鹃，喜出望外地拍起翅膀，轻声向大苇莺巢飞去。只见她匆匆叼起一只蛋，一下甩到巢外，接着伏下身，蹩了一会儿劲，然后匆匆飞走。

“布谷布谷”，远处又响起动人的啼声。幽林同往常一样地宁静，好象什么也没有发生。大苇莺飞回来了，她很仔细地

向巢里审视一番。——不多不少，还是五只，而且都是自家的花斑蛋！她放心地卧下身，继续用体温去温暖那五只蛋。

杜鹃不是扔掉大苇莺一只蛋吗？何以巢中蛋不多不少，还是那些呢？联系杜鹃的前后行为，读者不难猜到：杜鹃在大苇莺窝中生了一只蛋！奇怪的是，杜鹃下的蛋混在大苇莺卵中，竟然相似得可以以假乱真。

大约十多天后，三只雏鸟啄壳而出，其中有一只个子特别大。大苇莺倒并不怀疑"大个子"不是她的孩子。她飞进飞出，为嗷嗷待哺的孩子们觅食，忙得不可开交。

就在大苇莺又一次飞出去时，巢内发生了一场惊心动魄的"谋杀"：那只"大个子"雏鸟，竟背起一只小雏，摇摇晃晃地挪到巢边，一耸身，把背上的小鸟扔到巢外。接着，第二只小鸟被用同样的方法"谋杀"了。现在，巢中只剩两只尚未破壳的鸟卵。但"大个子"没有放过它们。只见"大个子"逐个地把蛋挤到巢边，然后钻到蛋底下，一下子扔出巢外。

衔食回窝的大苇莺吃惊地发现，她的孩子只剩下一个"大个子"了。她疑惑、悲哀，却又弄不懂其中缘由。伤恸之余，她只好把疼爱集于"大个子"一身。贪食的"大个子"独享宠爱，长得很快（图 11）。终于到了某一天，当大苇莺归巢时，羽毛已经丰满的"大个子"无影无踪，不知去向。无论孑然一身的大苇莺怎样伤心，反正"大个子"是不会再回来了。

上面的故事，并不是什么童话，而是用拟人笔法写来的大自然实事。看来，这一切好象一场精心策划的谋杀，实际上是生物界一种特殊的寄生方法——巢寄生。杜鹃母亲狡诈的寄养和她的孩子——寄养在大苇莺巢中的"大个子"残忍的"谋

杀”，不过是杜鹃鸟进行巢寄生的本能罢了。

图 11　大苇莺和它的“大个子”养子

有人统计过，杜鹃能把自己的卵寄养在一百五十多种鸟的巢中。为了使寄主鸟认不出杜鹃混进去的蛋，杜鹃会使自己生的蛋在大小、样子、颜色与各种寄主鸟的蛋差不多；而且在寄生蛋时，会狡诈地先偷走巢主的一只蛋，使巢主察觉不出巢内打进来一个“奸细”。杜鹃雏鸟的“谋杀”术，也是它出壳后四天内的一种本能。有人作过这样的试验，如果在这期间往巢中放一颗石卵，小杜鹃也会费尽力气把它扔出巢外。

干这种“谋杀”勾当的鸟类还有啄牛鸟、文鸟、向蜜鹜、麻鸭、潜鸭和长鼻秋沙鸭等。向蜜鹜的“谋杀”比起杜鹃来显得更凶残可怕。这种生在非洲的灰色小鸟，专吃蜂蜡，有时也吃蜂蜜。它们十分聪敏伶俐，发现野蜂窝后，会飞到村庄里去“叫”人，叽叽喳喳地把人领到蜂窝前；人取走蜂蜜，剩下空蜂房的蜂蜡，便成了向蜜鹜的美餐。向蜜鹜也会偷偷摸摸地把自己的蛋放进啄木鸟、燕子等鸟巢中，自己却去躲清闲。向蜜鹜雏鸟在寄主鸟窝里孵出后，喙端生着一副从娘肚子里带来

的尖钩，它不是用来吃食的，而是用作“谋杀”的“凶器”——小向蜜鴷用它来咬死寄主鸟的孩子，自己独占“养娘”的恩宠。这是一个天生的“杀人犯”，那一副尖钩就是干“凶杀”用的。

包括寄生在内的生物世界进行着的生存斗争，看似残酷，并不断消灭着对人类有益的许多生物，实际上却并不是纯粹的坏事。正是这种不停息的生存斗争，加上其他的非生物环境因素，将各种生物控制在适当的水平上，才形成一个有利于生态平衡的生物网络。

整个自然界都存在着生物的战争。不过，生物界可决不象有些人所说的那样，只有争斗，没有谐调。下面向你提供的情节，恰好是生物关系中互相合作、和平共处的一个侧面。

第十一章 “和平共处”与“友好合作”

童话中，常有小动物间互相帮助的故事。小鸡与小鸭结伴，白兔与刺猬合伙，再不就是山羊同小鹿联盟，一起对付大灰狼。

童话总归是童话，上述这些小动物，实际上也是各顾各，不相往来的。下面我们看到的一系列奇闻趣事，却不是童话，而是科学的事实——动物与动物，动物同植物，植物同植物，植物同微生物，微生物与动物，彼此之间都能相安无扰地生活在一起，或者大家互相合作，都得到好处；或者友好相处，一方得到好处，而对另一方也没有什么坏处。

海燕的“胸怀”

有一首科学诗这样写道——

“荒岛上扑腾起一群海燕，
搏击风浪翱翔在茫茫大海。
当海燕成群地欢叫着回归，
就与楔齿蜥共栖一个洞穴。
楔齿蜥是中生代的活化石，
长着三只眼，延生到现在。
海燕与古怪的活化石友好相处，
应赞美它那大海般的胸怀！”

这首诗对海燕胸怀的赞颂，自然用的是拟人的手法。但海燕与楔齿蜥共栖一穴，友好相处，却是不容怀疑的事实。它向我们揭示了生物世界的另一面，一种完全不同于你争我夺的颇为有趣的合作共处。

楔齿蜥是新西兰特有的古老动物。按说，它比中生代的庞然大物——雷龙、梁龙等要古老得多，后者早已绝灭了，楔齿蜥却在新西兰的一些荒岛上繁衍至今，怪不得诗中把它称为"活化石"哩。

楔齿蜥，样子有点儿象蜥蜴，但有很多古怪之处。最怪的是它长着三只眼，好象神话故事中那个领着天狗的"杨二郎"。楔齿蜥的第三只眼——颅顶眼，生在头顶上一块透明的鳞片下。号称"三只眼"，实际上头顶那只已经退化，不能再当眼睛用了，但它仍能接受光的刺激。科学家认为，所有的脊椎动物，在很早很早以前，都长着三只眼，后来因为老不用，那第三只眼慢慢地就退化了。楔齿蜥还有三只眼，这足以说明它的古老性了。

披着暗黄或橄榄褐色鳞片的楔齿蜥，相貌虽然生得古怪可怕，性情并不凶残暴戾，倒是个脾气温和的"老好先生"(图12)。海燕能和楔齿蜥生活在一起，固然说明海燕胸怀宽，同时也说明"老好先生"和气可亲。

如果说楔齿蜥有什么缺点的话，我们不能不指出它有点懒。它自己是不筑洞的，但也知道露宿的滋味不好受。它发现海燕的洞穴还挤得下，就厚着脸皮去求宿。好在海燕对它的懒惰并不介意，宽宏大度地让"老好先生"同它一起作伴。海燕昼出夜归，楔齿蜥昼伏夜出，它们正好轮班住着海燕用树枝铺成的"卧床"。有时候，它们都在洞中产卵，就各占一个角

落，照样相安无事。逢到这种日子，洞里挤是挤一点儿，但说不定也替海燕驱除了一些孤独感呢。

图 12 “老好先生”楔齿蜥

很久以来，人们一提生物之间的关系就是“你吃我，我吃你”，“大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米”，仿佛在生物世界除了无情竞争之外，就不存在别的关系了。这是不符合实际的，有些生物也能“和平共处”，甚至于“友好合作”。象楔齿蜥和海燕这样，不同的生物栖息在一起，一个伙伴受益，另一个伙伴不受损害，或不很受损害．这种关系在生态学中被称为共生关系。

共生在生物世界可不是凤毛麟角，象前面说的楔齿蜥那样罕见，而是普遍现象，尤以海洋生物为多。在海底，几乎所有底栖动物的洞穴中，都有其他生物寄居。有的动物甚至住在另一种动物的身上，彼此好象处得也不错，有的甚至亲亲热热，形影不离。

在牡蛎的外套腔里，常常有一种不大点儿的中华豆蟹藏身。海参的泄殖腔里，也常常钻进一些避难的小潜鱼。象菊花一般艳丽的海葵，经常骑着寄居蟹漫游(图 13)，走到哪儿

吃到哪儿，食物和氧气都很丰富，日子过得当然比死守着一个地方要舒坦。寄居蟹呢，它背着海葵不嫌累吗？可以肯定，它身上加了份量，自然是要累一点儿了。但它的辛劳也换来了很多好处。瞧，它停脚歇息的时候，多象一块长着海葵的小石头，那海葵确确实实成了它的好伪装。再说，海葵的触手带毒液，是有相当威慑力的御敌武器，它骑在寄居蟹上，好比勇士跨在骏马背上，对坐骑自然不无护卫作用。当然，它们一旦不再需要合作的时候，也没什么关系，分手就是了。

图 13　寄居蟹和海葵

也可以找到永不分手、终生共栖的生物。最叫绝的例子，莫过于一种海绵和寄居在它肚子里的小虾了。有一次，我国海洋调查船“东方红号”在东海调查时，从深海捞起一种硅质海绵。这是一种白色的长圆筒形的玻璃海绵，硅质针骨构成的周壁，宛如银丝编织，精致奇巧，玲珑可爱。奇怪的是，透过银丝可以看到，这只海绵肚子里，竟然有一对小虾活泼泼地跳跃着。小虾是小时候钻进去的，长大了再也跑不出来。住在这座银色的宫殿里，既不愁吃，又很安全，惬意极了，小虾自然不必象孙悟空钻在铁扇公主肚子里那样来回折腾，搅得海绵无法忍受。海绵呢，也不因“佳肴”送到肚子里，趁机把小虾化

作营养吸收了。它们相处得实在和睦。更有意思的是，住在“银色宫殿”中的小虾，往往成双成对，伉俪甚笃，好象天生姻缘，美满终生，白头偕老。怪不得人们把这种小虾叫做俪虾，把这种海绵叫成“偕老同穴”了。多有诗意啊！在国外，甚至有人把俪虾和“偕老同穴”誉为“维纳斯的花篮”，作为高贵的礼品，馈赠新婚夫妇。

大鱼为什么不吃小鱼了？

一条大鱼径直向一群小鱼游去。小鱼不但没有象人们预料的那样仓惶逃窜，反而摇摇尾巴，悠然自得地迎了上来。大鱼呢，也没有按照通常的“大鱼吃小鱼”的逻辑，向那些小鱼张开长满利齿的大嘴。它见小鱼游来，变得十分温顺，甚至可以说，带着几分恭敬，就象病人对待医术高明的医生一样。小鱼到了它跟前，它乖乖地张开鳃，让小鱼用尖尖的嘴吮吸着什么。几分钟以后，大鱼摆摆尾巴，扭扭身体，然后乐悠悠地游走。紧接着，又有一条大鱼，向这群小鱼游过来。

大鱼为什么不吃这些小鱼？这些小鱼为什么和大鱼这样亲热？原来，这些小鱼是专门为大鱼服务、能为大鱼带来舒适的。它们的服务项目很多，有时候给大鱼清除鱼鳞、鱼鳃、鱼鳍上的死皮，有时候吃掉它们身上的细菌和微生物，有时候治疗它们体表的创伤。那些好斗的雄鱼，在格斗中受了伤后，最需要这些小鱼帮助清理化脓的创口，因而是它们“诊所”的常客。

在大海里，已经发现十六科大约五十种小鱼，常常充当“外科医生”的角色。它们一般生活在珊瑚礁、海草茂密的高

地，地点比较固定，以便前来求医的鱼类容易找到。花鲻鱼的“诊所”，往往设在长着鲜艳惹眼的海葵或海绵附近，非常好找。有时，深海里的翻车鱼，也会不辞辛苦，长途跋涉，到小鱼的“诊所”来，恭顺地请小鱼帮它清理身上的脏东西。

小鱼们当然不是白白地为大鱼服务。大鱼身上的碎屑、细菌、附生藻类和外寄生虫，都是小鱼可口的食物。“鱼医”和患者互助互惠，两厢情愿，也算得一桩美事（图 14）。生态学中给它们这种生态联系专门起了一个名称，叫“清洁性共生”，专指某些生物从另一些生物身上移去受创组织、脏物、寄生虫等杂物的生态现象。在海洋中，同大鱼“清洁性共生”的另一方，除了前面讲到的那些小鱼，还有一些小虾和蟹。

图 14　小鱼在大鱼口中进行清扫工作

可别小瞧了这些不起眼的“鱼医”、“虾医”、“蟹医”，没有它们，许多大鱼的日子很不好过呢。有人做过一种有趣的试验：他们把一处珊瑚礁的“鱼医”统统移走，几天后，那里的鱼类显著地减少，有些鱼活着也是病恹恹的样子。还有人先在水

缸里放五只会做清洁工作的寄居蟹，然后把一条一侧胸鳍受伤感染的蛋石眼鱼放进水缸。这条急于求医的鱼，十分钟内八次接近其中一只寄居蟹，每次都用有病的那一侧去靠近它。然而，那只小蟹不知道是吃饱了，还是“搭架子”，要不就是太麻木了，反正它没理睬这条鱼。无可奈何，鱼只得另寻“医生”，向另一只看上去活泼些的寄居蟹游去。还好，那只小蟹“服务态度”不错，很仔细地给它做了清洁工作，最后叫鱼满意地游走了。

在巴哈马热带海域的碧波中，还活跃着一些俏丽的“小大夫”，专为鱼类做清洁工作，名字叫彼得松岩虾。这些小虾长得美极了，晶莹的透明体上，配以白色的条纹和紫罗兰色的斑点，艳丽而可爱。它们长得虽俏，却工作辛勤，不怕肮脏，热情地为鱼类剔去牙缝残渣，捕捉鳃瓣上的寄生虫，清除鱼身上的腐烂组织，因此是海洋中受欢迎的角色。目前发现海洋中的清洁虾共有五种，除了彼得松岩虾外，还有猬虾、黄背猬虾、加利福尼亚鞭腕虾等。

看来，海洋中善搞清洁卫生、清创治病的小鱼小虾小蟹，真是少不了的呢。难怪那些在海中称王称霸的鲨鱼，碰到清洁性小鱼，也会忍着性子，收起凶相，温和地张开嘴，让小鱼悠悠然地进去清污，绝不加害。鱼类智能低下，似乎也知道好歹，这也是长期互相适应的结果。有的科学家认为，过去有一些鱼类所以灭种，没有清洁性小鱼来帮忙，大概是一个重要原因。

陆地上也有专门为大动物解除痛苦、并受大动物“尊重”的小动物。在非洲的水牛、羚羊、斑马或犀牛的背脊上，常常栖落着一种鹭鸟，名叫牛背鹭。水牛等动物的背上，本来是蚊

虻、毒虫肆意侵扰的地方，有了牛背鹭，这些动物就安宁多了；而牛背鹭守在这里，自有一群群小虫子送到嘴下，也图个“饭来张口”。牛背鹭还是一名出色的“卫兵”呢。每当附近有猛兽蹑足潜来，乖觉的牛背鹭“啪啦啦”振翅起飞，等于给脚下的动物发出警报信号。

名叫八哥的鸟也是牛的“医生”，经常站在水牛背上啄食寄生在那里的虻、蝇和壁虱。粗粗一看，八哥身穿“玄衣”，头戴“乌帻”，还真象古代民间医生的穿着呢。

啄牛鸟堪称动物的“外科医生”。它们体小、轻巧、嘴尖锋利。常常悬立在有伤口的长颈鹿、斑马、犀牛、水牛等大动物身上，从伤口中啄出寄生虫，并清除污血，剔去腐肉，使它们的伤口尽快愈合。患者第一次接受治疗时，由于疼痛，未免有些紧张。可是，接受几次治疗之后，它们就结识了啄牛鸟，引以为好朋友。一见到飞来，立即高兴地站定“欢迎”。羚羊甚至能很好地同啄牛鸟配合，当啄牛鸟刚在身上落定，它就叉开四腿，翘起尾巴，将平时遮掩着的部位全部露出来，让“医生”作全面检查。有些啄牛鸟不仅吃住在水牛背上，求爱、交配也在那里进行，牛背简直成了它们会移动的生活基地。

以贪婪、残忍出名的鳄鱼，从河马到昆虫，无所不吃。成年的鳄鱼不仅互相残杀，有时甚至连自己的幼鳄都不放过，动物几乎没有不怕它的。可是，有一种嘴巴尖尖的鸻鸟，却对鳄鱼毫无惧色。一只鸻鸟只要看到鳄鱼，便欢快地鸣叫着飞过去，大胆地钻进张着血盆大口的鳄鱼嘴里。不过你不用担心，鳄鱼是不会拿它来充饥的。平时暴戾无比的鳄鱼，此时怪舒服地趴着，一动也不动，让鸻鸟在它嘴中从容不迫地啄食牙缝里的食物。鸻鸟吃饱以后，只要拍拍翅膀，鳄鱼便乖乖地把嘴张

大，让它的伙伴痛痛快快地飞走，决不刁难它。鳄鱼的本能告诉它自己，还是不刁难的好。“得罪”了鸻鸟，谁再来给它剔牙，保护它那锯刃似的牙齿呢？

蚂蚁的“畜牧业”

蚂蚁以严密的组织纪律和分工精细著称于世，被人称为社会性昆虫。可是，蚂蚁还懂“畜牧业”，就不能不令人感到新奇了。

挖开蚂蚁穴，常能看到一群群蚜虫。这些以植物枝叶为生的小虫子，怎么会跑到蚂蚁的“地下宫殿”里来的呢？

原来，这些蚜虫是蚂蚁们饲养在洞中的。蚜虫卵离开母体以后，蚂蚁就把它们搬到洞内（图 15），精心照看，耐心等待它们破壳而出。它们刚刚孵化成虫，蚂蚁就将其送到地面植物

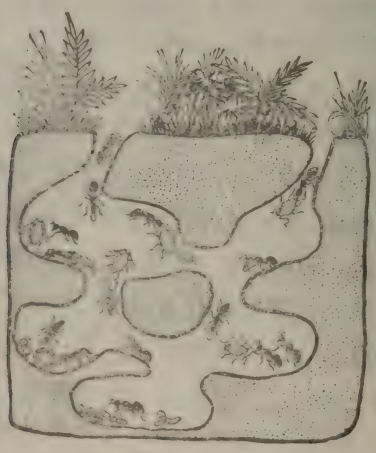

图 15　蚂蚁在洞中饲养蚜虫

上，让它们吸食嫩叶的汁液。蚜虫体小力单，又无爪牙之利，最容易遭受敌害。蚂蚁唯恐它们有失，还守在一旁充当“保镖”。如果瓢虫或草蜻蛉来捕食蚜虫，蚂蚁便奋力护卫，一直到把它们赶走才告罢休。蚜虫没有翅膀，不会迁飞，吸干一株植物以后，本来要挨饿的。蚂蚁自然不肯使自己养护的蚜虫饿着了，又及时把它们一个个地转移到新鲜的植株上。蚂蚁还为蚜虫建造一些简单的住处，以免它们遭受肉食昆虫的侵害和烈日的暴晒。

蚂蚁对蚜虫如此殷勤，并非没有自己的目的。拆穿秘密，原来蚜虫的消化道末端，能分泌一种牛奶似的甜汁，既可口，又富营养，是蚂蚁最爱吃的“蜜露”。蚂蚁肚饿嘴渴的时候，只要用触角轻轻地拂动蚜虫的身体，蚜虫就会象挤牛奶似地立即分泌蜜露，翘起尾巴送到蚂蚁的面前。哈，蚜虫多象蚂蚁的“奶牛”！难怪它们要如此精心周到地加以饲养了。小小的蚂蚁也有自己的“畜牧业”，想不到生物世界如此奇妙有趣。

蚂蚁与蚜虫这样互相利用，也是一种共生现象。据不完全的统计，与蚂蚁结成这种共生关系的，还有某些甲虫、蝶蛾幼虫、蟋蟀、蜘蛛、介壳虫等数十种小虫。蚂蚁的种类很多，能饲养“奶牛”的只是其中几种，而技艺最为高超的，还数木匠蚁。

木匠蚁生活在墨西哥南部的高山森林里，以善于饲养蝶类幼虫闻名于世。在这些幼虫生长的八十多天里，木匠蚁要吃很多苦。每天晚上，它们把幼虫赶到洞外的植物叶上“放牧”。在这之前，它们要很仔细地把“牧场”周围可能伤害幼虫的天敌——甲虫、蜘蛛等赶跑，或者杀死。拂晓，它们又把吃得大腹便便的幼虫赶回蚁洞，用小泥丸把洞口堵上，还要派一

些蚂蚁警戒，以防敌人侵害。幼虫变成蛹后，不吃不动，木匠蚁加强防卫，小心看守，一直到蛹羽化成蝶。可以这样说，没有木匠蚁，就没有这些蝶类。据有人仔细观察，如果离开木匠蚁，这些蝶类幼虫没有一条能活过二十四小时的。作为报偿，这些幼虫也把甘美可口的分泌物慷慨地献给木匠蚁。

蚂蚁饲养的“奶牛”，主要是蚜虫和一些蝶蛾幼虫。它们都是农作物的大敌，蚂蚁饲养它们，并阻挡益虫消灭它们，当然不值得我们称道。但蚂蚁这种高超的谋食技巧，不能不令人称奇。它们是怎样学会经营“畜牧业”这个门道来的呢？这还是一个谜，人们现在还不知道其中的详细原委。不过，有一点可以肯定，这是许多代的蚂蚁和它们的共生对象，经过很长时间形成的一种生活习性，是它们对生活环境的一种巧妙适应。

丝兰蛾的“授粉术”

如果说蚂蚁的“畜牧业”已经令人啧啧称奇，那么，丝兰蛾的“授粉术”就更加叫人叹绝。

纤小的丝兰蛾，身长近寸，一身银白色，共生伙伴是一种植物——百合科的丝兰。丝兰的干坚实而粗糙，细长的绿叶利如刀剑。

春天的傍晚，当最早出现的星星在苍茫暮色中闪亮的时候，丝兰蛾便象一个白色的小天使翩翩而至，在丝兰花丛中上下翻舞(图 16)。

吸引这位“小天使”的丝兰花，有着很粘的花粉。丝兰蛾落到花上后，用嘴和前腿吃力地采集花粉，把花粉团成比自己

脑袋还大的小圆球，然后带着它飞到另一朵花的雌蕊上。在这里，“小天使”有两件事要做：第一，把自己的卵产在雌蕊的子房里；接下来，爬到雌蕊的顶端柱头，用脑袋使劲把花粉团拱入柱头开口，帮助丝兰花完成授粉大业。

图 16　丝兰蛾爱丝兰

要知道，“小天使”此举对于丝兰花来说太重要了。要不是它，那么粘的丝兰花粉，既不会被风吹到雌蕊上，又不会被匆匆过往的昆虫蹭到身上，然后送入雌蕊柱头中。唯有这位白色的“小天使”，才是丝兰花忠诚可靠的“花媒人”。

由于蛾儿做媒，丝兰花种子成熟了。产在花中的蛾卵，也变成了幼虫，丝兰花种子正好给它们预备下丰盛的“粮食”。它们毫不客气、也毫无愧色地受用起来了。不过，它们不会把种子吃得一干二净，总会剩下一些。种子落到地上以后，照样会发芽、生根，长出新的丝兰。丝兰蛾长大作成茧子，度过冬天，又变成飞蛾，于是，同丝兰一起，共同迎来了又一个美妙合作的春夜。

没有丝兰，就没有丝兰蛾；没有丝兰蛾，也就没有丝兰，它们相依为命，合作默契，成为谁也离不开谁的生死朋友。这是动物与植物之间互惠共生的典型一例。

动物与植物共生的另一对出色伙伴是一种硬翅甲虫和相思树。当产卵期来到之时，大腹便便的雌甲虫飞来飞去，寻寻觅觅，想找一个理想的"产房"。雌甲虫是在树枝头产卵的。本来，遍地是树，何处不能"临盆"？不行，雌甲虫非要找到相思树才肯落户。产卵前，雌甲虫还要做两件大事，先是爬上枝头，咬出一条小缝，准备把卵产在里面；再是从那里往后退三十厘米，围着树枝咬出一道小沟。八小时左右后，枝头就死了。

你可能很难猜测，"临盆"在即的雌甲虫，为什么还有心思来搞这种破坏。但细细考察一番就会明白：原因是这种甲虫的幼虫只能在枯死的木质部里活下去。看来，雌甲虫对本种族的延续是极端负责、一丝不苟的。但是，雌甲虫是怎样"懂得""咬出一道小沟——使枝头枯死——让幼虫活得好"这三者的内在关系的，对人们来说至今是个难解的谜。

把相思树枝头弄死，看来是一种破坏行径。然而，相思树假如有知的话，一定会对这种"破坏行径"感恩戴德。相思树本来只能活二十五年，最多三十年。但如果每年给它修剪树枝，可以延长到一百来年。硬翅甲虫产卵时的"破坏行径"，不过起了一把剪子作用，无异于为相思树修剪树枝、"延年益寿"，相思树怎能不答谢硬翅甲虫呢？

类似的合作，虽少有丝兰与丝兰蛾之间这样精妙，少有相思树与硬翅甲虫之间这样默契，但很普遍。花朵以香甜的花蜜"宴请"昆虫、小鸟等采蜜动物，动物解了馋，无意中把花粉传送到其他花朵上，植物也得到了异花授粉的功益；瓜果子

实，香甜可口，动物饱餐之后，消化了果肉，又把种子裹在粪便中排出体外，播向四方。而种子一发芽，就不愁肥料不足。这些，不也是动物与植物之间的互惠共生吗？

专食虫、兽的鸟和庄稼草木间的互惠共生关系，引起了人们的极大关注。一方面，庄稼草木给飞鸟提供栖息场所；如果没有这种场所，许多飞鸟将无法生存。目前飞鸟数目的大量减少，固然同人们的酷捕滥猎和环境污染有关，但不能忽视森林草原的破坏给鸟类带来的极大祸害。另一方面，飞鸟消灭了数量惊人的以庄稼草木为食的虫、兽，反过来又保护了森林、草原和农田。两只喜鹊可以保护十亩森林，一群杜鹃就能制止爆发性的松毛虫害；啄木鸟被人誉为树木的“医生”，猫头鹰则是田鼠的克星。假使没有数以亿计的食虫兽的鸟类，绿色植物决不会象今天这样繁茂。

诚然，这些动物与植物和睦相处的现象不是特别有趣。那么好吧，下面再介绍一种更奇特的共生现象，即植物住在动物体内。

假如你到法国布列塔尼和英法海峡西岸沙滩，可以看到一些同一种绿藻相依为命的小小扁虫，那绿藻住在扁虫体表的细胞里，扁虫的废料，是绿藻的养料；而绿藻在光合作用时制造的糖分和淀粉，一部分又成为扁虫的食物。潮水淹过来时，扁虫缩进沙地；潮水落下后，扁虫从沙中钻出来晒太阳，绿藻正好在它们身上忙着转化太阳能、制造养料。每逢这时，金色的沙滩上就会出现一片片碧绿色，煞是好看。

草木也“择邻而居”

古话说，“人非草木，孰能无情”，视草木为无情之类。这话自然不错。不过，草木处起“邻居”来，好象还颇为讲究亲友仇敌之情呢。

莲花白同芹菜不知有什么积怨，要不它们怎么不能比肩而立呢？倘若你硬要它们做“邻居”，莲花白就好象憋了一口恶气，早晚活不下去。莲花白偏爱韭菜。爱闹根腐病的莲花白一旦得了病，很不好治。但它同韭菜住在一起时，就不会得这病了。

马铃薯也爱憎分明。如果让它同南瓜、苦苣菜为伍，就会害晚疫病，天天“郁郁寡欢”，萎靡不振；要是给它挪挪窝，去同菠菜或洋葱住在一起，“愁容一扫”，晚疫病很快就会好转。

水百合看不上虞美人——尽管它有“美人”之称，如果硬叫它们站在一起，大家都弄得花容憔悴，碧叶枯槁；而水百合同玫瑰倒是莫逆之交，一旦交成友邻，就会争艳斗妍，两相欢颜。

黄瓜和豆角世代友好，它们如果种在一起，黄瓜就会生机勃勃，增产四分之一左右；但若令黄瓜同番茄同居一个温室，大家都会恹恹病态，一齐减产。

一仇一亲，一憎一爱，植物间竟然如此重“友情”，如此不苟合。某些植物生活在一起，从而产生互相有利的效果，这是植物与植物之间的互惠关系。我们了解了植物的这种生态习性之后，就应当按照它们的“喜厌之情”，合理地安排植物的套种。既然使有情草木得以为邻，就可以使它们繁荣兴旺，我们

何乐而不为呢？

不少植物同菌类的睦邻关系更加亲密，起的作用也更大，它们是植物界的共生例子。种花人都知道，在移栽兰花时，必须在根上带一些“故土”，人称“兰花土”。其实，这倒不是兰花“故土难离”，而是同土里那些与它共生的丝核菌难舍。没有这些丝核菌，兰花就不会含苞吐蕊。天麻是一种没有叶片、不能进行光合作用的兰科植物。移植天麻的时候，情况几乎也一样。天麻块根部缠绕着同天麻密不可分的密环菌，天麻的营养全靠它们供应。

很多植物，主要是豆科植物，同根瘤菌是好伙伴。根瘤菌是一种低等植物，专门附着在豆科植物的根上结瘤，依靠植物的根供应营养物质和水分；根瘤菌则能固定空气中的氮，作为“回赠”供植物吸收。有趣的是，它们虽然合作得不错，但彼此又不是没有一点矛盾，解决矛盾的办法是双方都作一点必要的妥协。为了叫细菌安居乐业，植物的根必须长出一些根瘤来——植物要不是有好处，本来是不必添出这些赘疣来的。但细菌也克制自己，不致于太放肆，使植物根部系统遭到很大破坏。因为那样一来，植物的健康就会恶化，它们的共生关系就会失去基础。这种情况也不是没有。比如，在那些缺乏硼的土壤中，细菌不能进行固氮工作，细菌和植物的共生合作关系，就变成寄生关系了。寄生植物的细菌拖累着寄主，不用多久就耗尽它的生命。当然，这对细菌也没有什么好处。

动物间，植物间，动、植物间，动、植物与微生物间广泛存在的互惠关系、共生关系，远不止以上各节列举的例子。不管是“和平共处”还是“友好合作”，结果都能使互惠、共生的双方在适应环境过程中得到实惠，这大概就是生物互惠、共生关系

存在的理由吧。

一旦了解到生物的伙伴关系，人就能通过保护或抑制某种生物的共生伙伴，来达到保护或抑制这种生物的目的。比如，在发展养牛业的时候，如果能注意保护或引进帮助牛除虫治病的啄牛鸟等，一可以维护牛的健康，二可以节省兽药、降低成本，也有利于减少环境的污染。同样道理，养鱼的时候，也要注意为这些鱼安排一些能给它们看病的小鱼小虾小蟹。为了给更多的植物特别是农作物找一些与之共生的好伙伴——根瘤菌，生物学家正在应用遗传工程技术，培养非豆科植物的根瘤菌，目前，已经取得了可喜的成果。这项技术的发展，最终将实现"种地不用施氮肥"、让农作物氮肥自给的理想。

生物共生，讲的是不同种的生物生活在一起。如果是同种生物共同生活在一起，就形成了种群。生物种群的变化，也有许多妙趣和道理包含在其中。

第十二章　生物种群的盛衰

夏夜，城里的人在街灯下纳凉时，有时一边用扇子扑蚊子，一边扯起当夏蚊子多少的话题，似乎蚊子也有“大年”、“小年”；

渔人在江边打鱼，有时网网落空，有时网网不虚。偶尔还出现这样的奇景，江里经过一群甲鱼，黑压压一片，好象军旅一样游过，迷信的渔人吓得网都不敢撒……；

在乡下见过蝗灾的老人，会绘声绘色地讲起，遮天蔽日的飞蝗，怎样降落在一大片庄稼地上，不大一会儿功夫，把绿叶吃得一干二净。

总之，只要人们留心，不难发现一种生物时而兴盛起来，时而衰落下去……这种种群生态学，就是生态学中研究生物种群的一个分支。

羊群心理

牧羊人都知道，羊爱聚群成伙，而且有随从头羊的习惯。如果头羊掉进沟或坑里，羊群会从四面向沟坑中央聚拢，你挤我压，拥作一堆。每逢这时，牧羊人就得紧忙挥舞皮鞭，拚命喝羊群，竭力把羊驱散。他知道，有时只要几分钟的“集堆”，就会挤死几百只羊。

生物学家把羊的这种群聚现象叫做“羊群心理”，用来说

明动物的群聚性。

群居对羊肯定是有好处的。善良的羊结成一伙，比独来独往要更安全些。“团结起来力量大”，许多童话以弱小动物结队抵御猛兽的故事来教育孩子，是有一定道理的。当然，这些动物不可能懂得这种道理。

一群鹿，总比一只孤零零的鹿，有更多的鼻子、更多的耳朵、更多的眼睛，因此更容易躲避敌害。

鹌鹑夜间宿营的时候，尾对尾地围成一圈。每只鹌鹑都随时可以观察前方。这是全方位的警戒。周围任何一个方向出现异常情况，都逃不过这群鹌鹑的眼睛和耳朵。一旦有一只鹌鹑拍翅惊飞，全群就会象一颗炸弹炸开一样，向四面八方辐射式地飞散。多巧妙的集体防御！

野牛群全然不怕单狼。即使碰到狼群也不难对付。它们会不慌不忙地围成一圈，圈中央是母牛和牛犊，外围是强悍的公牛，一头头野牛低下头，向外挺起尖利的犄角，严阵以待。这样稳固的阵脚，使凶残的狼群望而生畏，绝不敢轻举妄动，最终不得不悻然离去。恶狼的祖先一定没少尝过牛角尖的滋味，所以它们多少“懂得”这样的道理：与其图一顿美餐让公牛挑破肚子，倒不如让肚子暂且完好地饿一会儿。

头朝外，显示出野牛犄角的威风；屁股朝外，却是斑马后蹄的优势。斑马群遭受狮子进攻时，会在“首领”率领下，同野牛一样结成一个圆圈，匹匹斑马屁股朝外。这场面足以使平日里骄横不可一世的“草原之王”气馁。因为斑马的一对后蹄特别厉害，狮子不愿意冒这种让斑马一蹄踢得头破血流的风险。

过冬的时候，几条蛇柔软的身体扭缠在一起，好象一个绳子缠成的团儿似的。在严寒的日子里，它们冬眠时可以互相

温暖，减少热量的消耗，美美地睡上一冬。

群居，不仅是某些动物御敌和应付不利环境因素的需要，也是一些猛兽猎食的需要。前面说到的非洲的狮子，就常常有组织地进行猎食。往往这样，健壮的雌狮和被“派”来当副手的雄狮，事先埋伏在一个地方。一只担当“叫阵”任务的老练的雄狮，连冲带吼地向猎物冲击、恐吓，把它们往布设好的“伏击圈”里驱赶。在这种情况下，被猎的动物是很难幸免的。

平时，狮子也喜欢过群居生活，少则三五只，多则几十只，构成一个“大家族”。茫茫的非洲大草原，斑马、羚羊、长颈鹿等都是善跑的“飞毛腿”，一头孤零零的狮子要猎取足够的食物还真不容易呢。

虎就不一样了。俗话说：“一山不容二虎”。虎总是各霸一方，有自己的势力范围。一只大的雄虎，通常“统辖”八十平方公里的地盘。在一年的大部分时间里，虎都过着独出独进的“单身”生活。只有到了发情期，雌雄虎才结成“露水夫妻”。“蜜月一过”，雄虎多半不辞而别，“生儿育女”的责任，全部撂给了雌虎。

虎不爱群居，自有虎的道理。如果一座山聚上几只虎，百兽不被吃光或撒腿跑光才怪呢。没办法，这也是环境“逼”的。虎的“传统”就是这样，还是散居着吧，哪怕孤独一些呢。再说虎是山中王，独来独往不必怕谁。虎是王，狮也是王，都是“霸道主义者”，之所以捕食方法不一样，是因为虎久居丛林浓密的山中，如果象狮子那样搞“围捕术”，哪里施展得开呢？

话说回来，虎尽管喜欢单身生活，也得为自己传宗接代。

由于住得分散，虎的繁殖率不高，加上它们的“住处”——山林受到干扰和破坏、人的滥捕，在许多地方虎已越来越少，虎面临着灭绝的危险。

许多实例说明，群聚确实有利于动物提高繁殖率；在分散的情况下，动物难于“找对象”，繁殖不容易成功。有人考察过麝鼠：如果每三十五公顷沼泽地或每一千六百米长的河流中只有一对麝鼠，它们就很难缔结“秦晋之好”，生儿育女。

有些动物即使能够找到“对象”，由于没有很多同伴生殖行为的刺激，也难以产生生殖冲动。据观察，一对单养的鹤就不大容易繁殖后代。所以，人们喜爱的各种鹤，差不多都有群居的生活习性。即使处于绝灭边缘、为数甚少的种类，也要凑在一起过活。

群居的鹤最壮观的还属红鹤。它们聚居在坦桑尼亚马尼亚拉湖畔，上千万只红鹤徜徉水边，远望一片浅红，绵延好几公里，仿佛一抹灿烂的晚霞落在湖边。它们如此繁荣，在很大程度上依赖于群居。

鹤是稀有动物，多繁殖并不坏。一些有害昆虫如果大规模繁殖起来，就要带来灾难。比如蝗虫，当它们大群集聚的时候，雌虫和雄虫有充分的“婚姻”条件，互相刺激，便造成了爆炸性的繁殖，不用多少时日，就会产生飞起来遮天蔽日的大蝗群。它们在原地已经容身不下，不得不迁移他乡，所到之处，庄稼草木被扫荡一空。

旅鼠蹈海之谜

在挪威北部的一些滨海地区，几乎每隔四年就可以看到

一种惊心动魄的场面：成千上万只旅鼠，疯狂地向海滨移动，在悬崖上仍然不收步，前仆后继，一个接一个地跃入苍茫大海。

这是旅鼠的“世界末日”，一群一群的旅鼠走上绝望的“自杀”之途。有时候，几十万、甚至几百万小鼠，顷刻之间纵身汪洋，自取灭亡。旅鼠为什么要自寻绝路呢？很久以来，这种生态现象一直使人们困惑不解。

旅鼠分布在挪威、芬兰北部、苏联北部和北美洲的北部。它的样子长得颇似仓鼠，但尾巴很短，流线型的身体上，披着柔软的长毛，体重大约二两左右。

旅鼠居住在广漠的苔原地带，以草和地衣为食。这些小兽胃口特别好，又肆无忌惮地“增丁添口”，往往用不了多久，旅鼠“王国”的“居民”就“爆炸”了，越来越多，越来越稠密，苔原地带的草和地衣却越啃越少。一般是到了第四年，“鼠口过剩”的危机便达到了总爆发。大批大批的旅鼠迫于饥荒和拥挤，离乡逃生。几百万鼠众裹挟在一起，象洪流一样不知所向地在苔原上流徜，一直抵达海滨。旅鼠是善泳者，一路上，它们不知渡过了多少河川。可悲的是，它们差不多肯定不知道大海的辽阔难渡，结果葬身碧海。

留在苔原上的旅鼠命运也并不好多少。过去几年里，随着旅鼠的增多，捕食者雪枭和北极狐也多了起来。大批旅鼠逃亡，苔原上的捕食形势成了“狼多肉少”；而被旅鼠自己吃得光秃秃的苔原，这时也很难找到有效的藏身之地。于是饥饿的雪枭和北极狐恣情地捕杀，一直到旅鼠几乎被消灭殆尽为止。

紧接着就是雪枭和北极狐的恐慌。就象旅鼠对苔原吃得

过狠一样，雪枭和北极狐对旅鼠吃得也太凶了。找不到充饥之物的北极狐，饥肠辘辘，倒在雪地上，成为荒原的饿殍。雪枭打起精神，展翅远飞南方。当地捕获北极狐的数字表明，同旅鼠兴衰的周期一样，北极狐也是每隔四年左右，便出现一次周期性的变化，数目从盛到衰，其高峰与低峰与旅鼠是吻合的。在加拿大南部和美国也有这样的记录：每隔四年左右就飞来一批雪枭——它们正是苔原的“逃亡者”。

旅鼠、雪枭、北极狐都衰落了，苔原一片肃杀。物极必反，谁料这又成了苔原的幸事。没有旅鼠不停的啃啮，苔原上的植物得到喘息机会，渐渐恢复元气，茁壮地生长起来。苔原的复苏，又带来旅鼠的复兴，一切都好象沿着走过的路，开始了新的循环。几年以后，旅鼠集体蹈海的悲剧一准又要在海滨重演。

旅鼠的悲剧，蕴含着丰富深刻的自然哲理。看来，群居虽然对许多动物有好处，但动物要取得种群的繁荣，可不是繁殖越快越好、数目越多越好啊！

“挤迫”的危机

其他动物，其他生物，是不是同旅鼠一样会吃过分拥挤的亏呢？

养鱼人都知道，在一口池塘里不能养太多的鱼，否则鱼就不长个儿。这里有两个例子：在一口池塘里养一群鱼，三个月以后，每条鱼的平均重量由五十七克增加到七十六克。第三个月，每一对鱼生下四千条幼鱼。五个月以后，这些幼鱼都长大了。可是每条鱼的平均重量却从七十六克减到五十四克。还

有一个例子是，两条同样的鱼，分别放在两口池塘里，一口池塘每亩水面有二百五十条鱼，另一口池塘每亩水面养三万条鱼，其他营养条件都相同；一年以后，前一鱼塘里的鱼比后一鱼塘里的鱼个头要大好几倍。

不难理解，就那么大的鱼池，食物总是有限的，吃口一多，大家都吃不饱，怎么能长大个儿呢。

还不仅因为生物拥挤食物就不足这一条原因呢。这里又有两个例子。有人试验，让老鼠住在一个十分拥挤的地方。结果，即使吃得很饱（不象旅鼠那样闹饥荒），睡得也很好，其他条件都不错，老鼠们还是生活得很不耐烦，死亡率升高，求偶行为不正常。许多老鼠不愿意“生儿育女”；有的生了鼠仔，不愿意哺育；有的雄鼠还发疯似地捕杀幼鼠和雌鼠。

另一个试验是在鱼缸里增加金鱼密度，发现它们在过分挤迫时，会分泌一种溶于水的物质，抑制鱼卵的孵化。可见，在过于挤迫的情况下，老鼠和金鱼都用破坏生育的办法来降低种群的密度。乍一看，这两种动物的行为好象经过算计一样，其实只是它们的本能罢了。

植物也怕过分拥挤，这是人们比较熟悉的道理。农民都知道，种庄稼也好，种树也好，都要合理密植。在一块土地上，根需要吸收的养分有限，阳光有限，大家挤在一堆，就会营养不良，结不出硕果。林场工人常常要对森林进行“间伐清林”，把间距太小、挤在一起的树木砍掉一些，让余下的树木可以长得更快更壮实。在没有人工干预的原始森林中竞争的结果，会淘汰一批树，避免林木过密。有人调查了一片白松树林的生长史。开始的时候，这里每亩地长着三万株幼苗。当树长到六十到八十岁时，密度降到每亩三百株。这是谁也没

有去砍伐林木，一切都是听其自然地发生、进行着的。很明显，白松树在食物竞争中，淘汰了一批“伙伴儿”，调节了种群的密度。

密度，是一定时间内、一定空间里某种生物个体的总数。动、植物和微生物生活在各自的“住处”中，都要有合适的种群密度，过分拥挤就会出现各种麻烦。

普利比洛夫海狗的命运

普利比洛夫群岛位于一年大部分时间都是酷寒天气的白令海。那里一年约有三百天不是雨雾濛濛就是风雪弥漫，难得有晴朗的日子。

每年五月，是群岛难得的温度适宜的节令。岛上青葱的嫩草铺地，一片片鲜艳的花卉点缀其间；蓝天上盘旋着成群的飞禽；海浪缀着一道道白边，不停息地从远方奔来。每到这时，在大洋中洄游的海狗，也同涌聚海岛的海浪一样，从远方赶回它们的家乡——普利比洛夫群岛。

群岛的四座小岛因海狗归来而热闹起来。海滩上深棕灰或黑棕色的海狗万头攒动，挤挤攘攘，这里一堆，那里一圈。雄海狗为了争夺雌海狗而凶蛮地格斗。取得胜利的海狗，组织起“一夫多妻”的“临时家庭”，在海滩上瓜分出自己的“势力范围”。四座小岛，这时聚集着一百三十多万头海狗，大约占世界海狗总数的百分之八十。喧嚣的海狗吼声，在每座小岛上震天价响，从岛上一直传到很远的海上。

很久以来就是这样，每到春末夏初，海狗停栖海岛，“生儿育女”，一直到秋天，小海狗带大了，大海狗也养精蓄锐，才又

一批批离开海岛，开始到太平洋中去遨游，最南可达加利福尼亚沿岸海域；下一个春天，再成群地返回它们的生活基地。

好景不长。1786年，俄国毛皮商普利比洛夫闯到海狗的乐园。他象灾星一样，给世世代代以来无忧无虑的海狗带来了厄运。当时岛上有三百多万头海狗。这些可怜的海兽，几乎对人类没有任何抵抗能力，却披着一身为人们所喜爱的黑色油亮的皮毛。这种皮毛绒短致密，是高贵的大衣原料（目前，一袭上品海狗皮大衣，价值一万美元）。自打普利比洛夫在岛上出现以后，俄国人每年夏季都要登岛捕杀海狗。草青花艳的五月海岛，遍洒鲜血，腥气四扬；昔日海狗的喧嚣，代之以它们被击毙前的凄厉绝叫。海岛杀气冲天，成了惨不忍睹的屠场。

这是恣情的杀戮，不计任何后果的劫夺，向大自然所作的唯恐不尽取其有的贪婪索求。只过了四十多个血腥的夏天，岛上原有的那三百多万头海狗就所剩无几，捕杀者也不再登岛杀戮——即使“远征军”把岛上海狗斩尽杀绝，也抵偿不了派出船队所需的费用。1867年，俄国以七百二十万美元的价格，把已经失去价值的普利比洛夫群岛连同阿拉斯加卖给美国。

无人问津的海岛，维持了四十多年的和平，海狗又繁殖到二百五十万头左右。后来，美国人走上了俄国人的老路，每年征战普利比洛夫群岛，斩获海狗十万头左右。杀机又起，屠场重现，也是四十多个血腥的夏天后，岛上海狗仅剩下不到十五万头，只消另一个夏天，就可以把残存者斩尽。至此，美国政府不得不下令禁捕。

第二次世界大战结束时，群岛的海狗在禁捕令保护下，恢复到二百万头左右。于是杀戒又开，一直杀到60年代后期，海狗减到一百三十万头，美国政府作出新的规定，每年只能捕杀三万头，滥捕才被煞住。据政府人士说，现在群岛上海狗已稳定在一百三十万头的水平，只要不超过规定的捕杀量，就可以永续利用，年年有所捕获。

没有必要对海狗大发慈悲，一味地反对捕猎。捕猎、渔捞、采集等等，既是人类重要的经济活动，又是对生物种群数量的干预。麦子熟了就要收割，果子结成就要采摘。林木成材了，最好伐掉，否则老树会妨碍新苗的茁壮成长。该捕获的动物就要捕获。否则，时间长了容易被动物捕食者捕去，或者因为密度过大，造成种群挤迫，反而走向衰落。但是，普利比洛夫海狗的命运，给人们提供的是另一个方面的思索：对动物执掌生死大权的人类，千万不能随心所欲地滥用这种权力！

乍一看，大海是富有的。不知多少代，不知多少渔人，也不知撒下多少网，打捞多少鱼鲜，大海象一个庞大的鱼鲜仓库，总也掏不完，好象人们不管怎样索取，大海都能慷慨奉献似的。

错了。请看大蓝鲸。这是现在地球上最大的动物，一条的体重可与一千头大公牛的总重量相同。由于近年来人们大肆捕猎，已经快要灭种，大约只有一百条左右了。有人认为，即使从现在开始所有的捕鲸船都不再捕杀，大蓝鲸也无法再恢复起来，因为它的种群密度太低了。

鲸是海兽，不是鱼。许多鱼的命运同样令人忧虑。我国沿海的大黄鱼、小黄鱼、墨鱼、带鱼，过去是海洋捕捞的四大高产

鱼类。由于无节制的酷渔，这些鱼的数目越来越少。现在，小黄鱼已经接近灭绝，大黄鱼和墨鱼也面临危机，人们已经难以吃到它们了，只有带鱼还维持着一定的产量。随着捕捞设备的进步，捕捞强度的加大，鱼儿越来越不容易从密密的渔网中逃脱，鱼群的生长，越来越跟不上人们捕捞的速度。这不能不引起人们的警惕。

灭绝，便无可挽回

"EXTINCTION IS FOR EVER."

这行英文字，赫然醒目地写在一幅保护野生动物的宣传画上，意思是："灭绝，便无可挽回。"

这并不是危言耸听。所有那些已经灭绝了的生物，都永远不可能再在地球上出现。

到哪里再去找旅鸽？

仅仅一百多年前，北美大地上空还飞翔着大群大群的旅鸽，总数估计有五十亿只。曾几何时，这种肉味鲜美的野生鸟，在人们的无情痛剿之下，便迅速走向绝灭。

1900年，最后一只野生旅鸽被射杀。又过了四年，养在动物园里的最后一只旅鸽也老死了。

人们不相信，那满天飞翔、到处可见的旅鸽，真的这么快就绝种了吗？美国政府发出悬赏，谁要是找到一只旅鸽，可以得到一千五百美元。悬赏是诱人的，更诱人的是人们怀念的旅鸽。然而，直到今天，没有一个人得到赏钱。人们再也见不到活的旅鸽。那只老死在动物园的旅鸽，被制成标本送进国家博物馆，那鸟儿永不闭阖的眼睛圆瞪着，那永不饶恕的

目光，似乎时时都在提醒着人们记取往昔沉痛的教训。

到哪里再去找渡渡鸟？

渡渡鸟，又叫愚鸠，是一种生活在印度洋圣马夫利基岛的大而不会飞的鸟。它们长得笨头笨脑，但在16世纪以前人还没有闯进它们的家园之前，它们一直生活得不错。

也许坏就坏在无忧无虑上。它们没有能腾向天空的翅膀，无法抗拒人们无情的棍棒；它们不会藏掩自己的蛋，人带来的猪毫不客气地吃掉这些蛋；它们以植物为食，但是人带来的山羊无情地同它们争嘴。在这种"围剿"的情势下，懦弱的渡渡鸟除了绝灭还有什么出路呢？人们本来应当想到，脆弱的渡渡鸟需要人的一臂之助。但这一点被忽视了。结果，渡渡鸟作为人类可以引以为友的鸟类，永久地消失了。

还有，到哪里再去找无翅海雀？

到哪里再去找白臀叶猴？

到哪里再去找大海牛？

……

不消说，那些遥远地质年代的三叶虫、水蝎、恐龙；也不消说，那些一万年前还同人类一起生活的剑齿虎、长毛猛犸象、巨体野猪；即便1600年以来这三百多年间绝灭的一千九百多种动物，又到哪里去找呢？

可怕的是，1900年以来，动物灭种的频率明显地加快了。本世纪以前的三百年间，平均每四年才有一种鸟类或哺乳动物灭种；而本世纪以来的八十年间，全世界三千八百多种哺乳动物中，已有一百一十种灭绝了；九千种鸟类中有一百三十九种灭绝了。植物的情况更不妙。现在仅高等植物，每年就要绝灭大约二百余种。

更可怕的是，目前世界上还有大约二万五千余种植物、一千多种动物面临着绝灭的威胁。生物学家指出，每消灭一种植物，很可能有十到三十种生物将随之消灭。

下面是一些面临绝灭的动物的岌岌可危的情势——

我国的朱鹮，约剩十二只；

毛里求斯的茶隼，还有二十只左右；

美国的红狼，大概还有十只活着；

印度尼西亚的爪哇犀牛，恐怕只有五十来头了；

阿拉伯羚羊，也剩五十只左右；

苏联的冠麻鸭，只余可怜巴巴的三只；

……

它们危在旦夕。人们提心吊胆地追寻着它们的踪迹，一遍又一遍地清点着它们的数目，不知道能不能把它们从绝种的危境中拉回来。越来越多的人已经懂得：我们能造出卫星、飞船、航天飞机，能造出精妙的电子计算机、机器人，能人工合成某种蛋白质，但造不出旅鸽，造不出渡渡鸟。如果毁坏一千座工厂，一万幢大楼，我们不难依照原样把它们重建起来。然而，灭绝了的任何一种生物，都无法再造出来，都意味着人类无法弥补的损失。令人沮丧的是，人们不知想了多少办法，花了多大力气，那些可恶的害虫害兽都没有消灭，甚至越来越猖狂。而许多人们设法保护的生物资源又那么脆弱。

物种是大自然亿万年间进化的杰作。当然，即使没有人类的干预，动植物某些种的消灭也是不可避免的。早在人类从地球上出现之前，就有大量的动植物灭种。问题是人的影响加快了动植物灭种的速度。比如，因人类造成的鸟类的灭种，比自然演化下鸟的绝种率要高四倍。人类的责任无可

推诿。

动植物绝种的损失是无法估量的。人对任何一种生物，都不能说已经揭开了它的全部奥秘。今天还是一钱不值的生物，明天就可能随着某一发现变成无价之宝。人们曾以为，所有动物都不会得麻风病。最近的发现推翻了这种看法。浑身披鳞、遇敌便缩成一团的犰狳，是目前已知唯一的例外。这是一个重要发现，人们可以拿犰狳来作试验，以寻求治疗这种顽症的办法。

1982 年，美国密苏里大学一位教授，培育出一种新的小麦品种。它的蛋白质含量达到百分之二十六点五（一般只能达到百分之十三），产量比一般小麦高百分之八到十。很少有人想到，这个新品种竟是用野生小麦原种和一种野生牧草杂交培育成的。

谁能预料到，随着科学技术无止境的发展，人们又将会从各种动植物物种中发掘出什么样的“宝藏”来呢？

为了防止宝贵的生物物种的减少，让我们人人都来为保护野生动植物尽自己的责任。

当然，保护野生动植物，决不意味着它们越兴旺越好。在自然的状态下，某种生物种群的盛衰一般受到各种条件的限制，不容易大起大落。但如果弄得不好，由于人为的因素使某种生物种群突然膨胀，也会酿成大灾大难，下一章你就会看到这种现象。

第十三章　无声的“爆炸”

爆炸，应当同巨响与闪光连在一起。

从孩子们燃放的炮仗，到打仗时用的各种各样的炸弹，一旦引爆，豁然一闪，刹那间轰然一声巨响，震耳欲聋。

不过，也有一种“爆炸”，威力不亚于巨型炸弹，却不见火光，不闻轰响，这就是“生态爆炸”。

鲜花变成“炸弹”

鲜花，给人以美，给人以芬芳。因此，人大多对鲜花抱有喜爱之心。但一般人在观赏鲜花的时候，大概怎么也不会想到，它会象炸弹一样“爆炸”吧。

1884年，即距今一百年的时候，在美国纽奥尔良举办的棉花展览会上，一种来自委内瑞拉的花，以其绰约风姿，吸引了众多观众。这种花名叫水风信子，是一种水生植物，浅蓝的花朵其状如兰，娇艳动人。爱美之心，人皆有之。为水风信子倾倒者，大有人在。他们纷纷剪枝，兴致勃勃地带回自家附近的水塘、小河栽种。

得人宠爱的水风信子，很快在许多地方繁殖起来。不久以后，人们就发现事情不妙。在美洲和非洲，水风信子好象发了疯似地生长繁衍，到处扩大地盘，霸占水域，大有将那里所有湖泊、河流、池塘、水沟，都变成它的一统天下之势。

在美国路易斯安那州，水风信子没用多久就把差不多所有的江河湖塘占满了。浮在水面密密层层的绿叶，厚近一米。原来通航的河道，如今失去了桨声船影，灌溉机械停止了作业，水力发电机也不敢旋转。由于氧气不能通过水面顺畅地进入水中，许多水域的鱼类，因为缺乏氧气而窒息死亡。相反，传播寄生虫病的蚊子和蜗牛，倒找到理想的庇护地，猖獗地孳生起来。

一些深受其害的国家，被迫向水风信子"应战"，每年不得不花费几百万美元的资金来清理水风信子，疏浚河道。遗憾的是，尽管不少专家绞尽脑汁，至今人们也没有找到一个万全之策，能够有效地控制它们疯狂的生长趋势。

美丽的鲜花，居然造成了比炸弹还厉害的"生态爆炸"——一种失去控制的生物恶性发展，给人们带来这么多的麻烦和灾难，那些倾心于水风信子丰姿的人，起初何尝有此预料！

卵海战术

为什么会发生"生态爆炸"？这要从生物惊人的生殖潜能说起。

生态学家爱用"卵海战术"一词说明生物的生殖潜能。

非洲的一种白蚁，蚁后一次交配后，每天都能下卵，一生能下五亿粒卵，是世界上产卵最多的昆虫。

牡蛎的生殖力更是耸人听闻，一只牡蛎，一次产卵能达五亿。如果全部发育成幼虫，幼虫长大再繁殖，那么，只消四代，它的子孙体积堆起来便是地球体积的四倍。

这还不是“卵海战术”么？

其实，生物惊人的生殖力又何止卵生动物一类！靠分裂繁殖的草履虫，其增殖速度也不亚于牡蛎。一只草履虫，生出来二十二小时后就一分为二，变成两只草履虫；再过二十二小时，每一只又一分为二，变成四只草履虫。如此不断地分裂下去，又假如所有的分裂都成功，那么，只消一年，那只草履虫的后代就可以达到 75×106^{108} 只。这是一个天文数字，庞大得简直令人难以思议。打个比方，假如我们有一个空球，一头接着地球，一头挨着太阳——那么，这个空球直径应当是一亿七千万公里，即使里面密密麻麻地塞满草履虫，那么也装不下这么多。

细菌比草履虫还要小得多，但它繁殖的速度比草履虫还要快。细菌也靠分裂生殖。一般说，一个细菌一小时可以繁殖三个世代。换句话说，一个小时之内，它就可以子孙满堂，当起“曾祖”级的长辈了。照这个速度繁殖，只须三十六小时，它们就能完成一百零八个世代。如果能把它们彼此一点空隙不留地全部堆积起来，那么，整个地球表面将铺起一尺厚的细菌层。再过一个小时，它的厚度就将超过每个人的头顶！

或许有人要说：你们尽挑些生殖力强的生物来吓唬人，那些繁殖慢的动物，总不会这么吓人吧。不见得。大象是生殖最慢的动物。假如一对大象能活一百年，那么它们从三十岁起到九十岁止，大约可以生六头小象。即使按这么慢的速度生殖下去，七百五十年后，这一对大象传下来的后代，也可以达到一千九百万头。这么多的大象在它们生活的地区跑来跑去，又是何样一种光景呢！

植物的“籽海战术”也令人颇为吃惊。田野里常见的灰

藜，一株一次能结十万粒种子。加拿大的飞蓬，每株能结十万到十二万粒种子。野苋能一下子结出五十万粒以上的种子。野地里到处可见的狗尾巴草，每株一年结籽一百二十万粒，真够令人惊叹的。

看来，每一种生物都有巨大而可怕的生殖潜能。任何一种生物，如果让它痛痛快快地把这种潜能都发挥出来，就不会再有人类的生存空间，甚至会很快毁灭这种生物自己。谢天谢地，生殖潜能只是潜在的或理论上的繁殖能力。事实上，生存空间是有限的，生物需要的食物是有限的，水、空气、土壤等环境条件是有限的，生物们各自都在繁殖，你竞我争，加上天灾，人类活动的干预等等因素，真正活下来的，数量少多了。在生态学中，限制生物发展的周围种种因素叫“环境阻力”。生物繁殖得再多，因环境阻力重重，死亡率大，成活率低，还是发展不起来。

一次产卵五亿的牡蛎，其“卵海战术”听起来怪吓人的，但大海并没有让它们填满。原因是它们每次产出的卵，百分之九十九点九以上没有落脚就死亡了。只有极少数附着岩礁或老砺壳上的才能活下来。它们从小到大，不断遭到其他动物的捕食和疾病的侵害，最后能活到它们生育的年龄，也就寥寥无几了。

可是，当某种生物较多地突破环境阻力，以超乎寻常的速度发展起来的时候，生殖潜能即使不全部实现，也够人受的了。

拿水风信子来说，当它们在“爆炸”之前，原也是可爱的植物，并没有到处去发了疯似地霸占水面。原因是在那些环境中，还有其他植物、食草动物等“环境阻力”阻挡住它，使它不

能顺利地繁殖增长。它被迁往他乡之后，原来对它实行有效控制的环境阻力没有了，新的有效的环境阻力不能马上形成，即使有阻力，也不能对它实行很好的控制，它们便按每天一公顷生长十一吨的速度逞起凶狂来了。

微生物，大爆炸

在美国密西西比河以东的许多地方，原来生长着大片大片繁盛葱绿的栗树，每年向人们提供大量质地坚硬的木材。本世纪初，从其他地方传过来一种能使栗树枯萎的真菌。由于那里的栗树过去从来没有同这种真菌接触过，因而不具备抵抗能力，只得容忍真菌在它身上随心所欲地繁殖，终于形成可怕的“生态爆炸”。几十年功夫，北美的栗树就濒临灭种的绝境。人们面对此境，却束手无策。

微生物“爆炸”更可怖的例子是“红潮”。

在《出埃及记》一书中，曾记着这样一段文字：“……水都变作血了。河里的鱼死了，河水也腥臭了，埃及人就不能吃这河里的水。”

这就是“红潮”。当时，人们还不知道“红潮”为何物，只能恐惧地注视着河中灾难性的变化，祷告上苍的护佑。

1947年，美国佛罗里达海岸也出现了“红潮”，臭水熏鼻，大批鱼类因不适应而死亡，翻着白肚皮漂浮水面，白花花一层。科学家们赶到现场，经过一番仔细的调查，才弄清水臭鱼死的原因，第一次揭开了“红潮”的秘密——原来，“红潮”不是什么红色的潮水，而是一种微生物在水中的恶性繁殖。

这种微生物动物学家叫腰鞭毛虫，植物学家叫甲藻。

腰鞭毛虫是一种介于植物与动物之间的低等生物，具有潜在的爆炸性繁殖力。只要条件适宜，一只腰鞭毛虫在二十五次分裂之后，就能变出三千三百万只虫。一滴水内可以孳生六千多只虫。大量的腰鞭毛虫使海水变成了红色、粉红色或棕红色，好象泛红的潮水一样。

在大海中，一定数量的腰鞭毛虫本来不足为害。"红潮"一起，大量的腰鞭毛虫放出一种磷蛤毒素，使鱼虾和其他海洋生物大量致死。在"红潮"泛起的海滨，浊浪扬起恶臭，使海边的人呼吸都发生困难。一些本来游人如云的海滨，如今阒无人迹，处处堆积着被浊浪冲上来的死鱼烂虾。昔日令人留连忘返的海滩，竟好象成了腥秽的"屠场"。

"红潮"是怎样形成的呢？科学家们查来查去，又查到人类自己头上。原来，由于人们把江河湖海当成天然的大"排水沟"，毫无顾忌地往里倾倒大量工业废水和生活污水，使水中营养激增，即生态学中所说的"富营养化"。结果使腰鞭毛虫得到充分的养料，饱食无忧，猛烈地繁殖起来。小小微生物，带来大破坏。而在无意中给"生态爆炸"创造条件的，却是人自己。

为"入侵"所扰的澳洲

从地图上看，澳大利亚形如一只椰子，孤悬于太平洋上。它很象一个孤岛，但这个岛面积太大了，人们只好不称它为岛，而称为大陆。

远离外大陆，海天茫茫，使澳洲的生态独成一境——在很

长时间内，其他生物难以远渡重洋来到这个天地；当地的生物以缓慢的进化步伐前进着；保留了许多类似楔齿蜥这样的古老生物，使这里成为无奇不有的“万牲园”。

锁闭起来没有任何干扰就是好事吗？未必。因为一旦有其他生物“入侵”这块大陆，“土著”生物由于居安已久，不曾同强大有力的对手竞争过，便往往顶不住“入侵者”的进袭，屡屡败北，使本土发生“生态爆炸”。

兔子，是从不欺负别人的善良动物。长长的耳朵，短短的尾巴，红眼睛，三瓣嘴，茸茸一团，跳跳蹦蹦，最惹孩子们的喜爱。在许多地方，兔子以肉可食、皮可衣、繁殖快等长处，成为人们乐于从事的饲养业。然而，澳洲的兔子却是使人们头痛不已的大灾大难。简直象一种连续爆炸百余年的“炸弹”。

在澳大利亚草原上，生活着庞大的“兔子王国”，总数达四十多亿只。这些“大耳朵”们每年吃掉的牧草，相当于一亿只羊的饲料。它们大群所过之处，除了大树和少许灌木外，所有可吃的植物都被一扫而光。在新西兰的一些雨量少、土壤透水性强的地区，经“大耳朵”们糟蹋之后，成了难以恢复的不毛之地，给当地的牧业带来了巨大损失。

有人可能会说，兔子多了，正好来个猎兔业，何必怕它？这种想法未免天真。1941～1950年，新西兰虽然出口了一千三百多万张兔皮，但对于庞大的“兔子王国”来说，这个数不过是零头罢了。剩下那些“大耳朵”对生态和牧业的破坏，由此造成的经济损失，比这些兔皮的价值不知要大多少倍！

同这个庞大的“兔子王国”作战，需要付出的代价是巨大的。因为它们繁殖的速度太快了，而人们的围剿跟不上这种

速度。

人们眼看损失惨重，不得不通过颁布消灭兔子的法令，以形成“兔子过街，人人喊打”的局面。新西兰政府还成立了“野家兔消灭委员会”。这场“人兔之战”虽然对付的是根本没有任何抵抗力的兔子，但打得实在艰苦。耗时费力不说，而且至今仍未告捷。

这是真正的战争，人们把一切可以想到的办法都用上了：火攻，毒杀，网捕，犬猎，枪击……一直到动用正规部队，全副武装，真枪实弹，对兔群进行大兵团作战式的“围剿”。在进攻的同时，又设立了一道道的“防线”——耗用大量铁丝网筑成“兔栅”，以便堵截“大耳朵”们对牧场的袭击。第二次世界大战后，人们曾对“大耳朵”发起了一场“病毒战”——在兔群中散布一种可以引起粘液瘤病的病毒。这一招开始果然灵验了一阵，得病的野兔一批一批地死去。但后来兔子产生了抗病能力，粘液瘤病也就失去了对“大耳朵”们的威慑力量。

说起来你也许不信，别看兔子在澳洲这样泛滥成灾，仅仅一百多年以前，这里还找不到一只兔子呢。1838年，新西兰才开始引入兔子。澳大利亚兔子的发迹，是从二十四只家兔“越狱”成功开始的。那是1859年，英国殖民者为了观赏，从英国带去二十四只家兔，关在墨尔本动物园里。一次偶然发生的火灾烧毁了栅栏，这些兔子在烟火中趁机脱身，从樊笼来到原野，从此便开始了建立“兔子王国”的“进军”。仅仅几十年时间，这二十四个“越狱者”的后代就占领了澳大利亚南部三分之二的土地。温暖干燥的气候、丰盛的青草、没有天敌捕食的安乐环境，使兔子的生殖潜能大大迸发，终至形成灾难性的“生态爆炸”。

从上个世纪以来，澳洲不断发生外来动物的“生态爆炸”。许多由人带过去的家畜，跑到野外以后无限制地繁殖起来。光是新西兰，一百多年来从其他大陆引入的四五十种哺乳动物，就有二十五种变野，人们失去了对它们的控制。

跑进森林的羊、猪，变成了野羊、野猪，恣情地啃食着树苗、树皮，毁灭了一片又一片历经无数岁月才形成的森林。野化了的这些家畜，竟使新西兰原有森林的一大半变成草原。在人们经营牧业的草原上，这些野畜同家畜也毫不客气地争嘴。

参加啃食森林的还有澳洲负鼠，又叫鼯。1858年人们从外大陆引入负鼠时，本来是看中了它的优质皮毛。没料到，负鼠也同那些“大耳朵”一样，异乎寻常地繁殖起来。它们以坚利有力的牙齿，“咔哧咔哧”地不停啃食，把森林里的大树、小树，从头到脚，一棵棵地吃掉。

澳洲，古老而平静的大陆，以海天封锁的格局，留下了一个地球上最古老的动植物体系。然而，这些“土著”生物又如此虚弱，常常不堪一击。前几个世纪引入的家犬，野化以后，变成了这个洲扼杀那些珍奇动物的元凶。它已经使原先称雄于当地的袋狼和袋獾灭亡。即使体大强悍的大袋鼠，也常常为野犬所害。“山中无老虎”，不料使野犬做了“大王”。

入侵澳洲的生物不只动物，还有植物。

1787年，一个叫阿休·菲利浦的船长，给澳洲带来许多种仙人掌。他的本意并不坏：当仙人掌在这个空旷的大陆生长起来后，可以在仙人掌上培养胭脂虫，然后拿这些虫来生产染料。在仙人掌的故乡墨西哥等地，人们不就是这样干的吗？

可是，仙人掌一旦换个天地，却成了异常可怕的“魔鬼掌”。它们在这块陌生的土地上毫无拘束地繁衍，到1925年时，已经有近二十种仙人掌，总共霸占了六千多万英亩的土地。几乎没有什么植物能挤过它，也没有什么动物吃它。它虽然肉厚质嫩，那一身尖刺却使许多动物望而生畏。那些“土著”的动物，大概也吃不惯这种陌生的植物。

浓密的仙人掌于是成为大片大片土地的唯一主人。同对付“大耳朵”一样，人们不得不煞费苦心，对仙人掌——地地道道的“魔鬼掌”痛加围剿。值得庆幸的是，仙人掌毕竟不象“大耳朵”们那样能蹦善跑，最后被降伏了。降伏仙人掌的，既不是什么“大肚量”的食草兽，又不是什么灵验的杀草剂，而是一种小小的昆虫。它是人们在仔细研究了南北美洲能吃仙人掌的一百四十五种生物后，最终在乌拉圭找到的一种不起眼的小蛾子。在澳洲适宜的气候条件下，它们大量繁殖；能吃仙人掌的，就是这种蛾子的幼虫。这是一场无声的战争。远远看去，你都见不着这些虫子的踪迹，不知道它们怎样在那里蚕食仙人掌。只见一片一片的仙人掌，渐渐地枯萎死掉。好了，不出十年，横行无忌的“魔鬼掌”竟被彻底制服。牧场，恢复了它原来的价值；农田，不再受侵扰。小小昆虫立下了如此奇功伟绩！

第十四章 “活机器”

生物世界丰富多采，关系纵横交错，单是前面几个章节讲到的情况，已经令人眼花缭乱了。我们的目的，是在那种“剪不断、理还乱”的生态关系中，理出一条提纲挈领的线索来。

猛一看，各种各样的生物，生活在不同的生态环境，各自的“住处”大大小小，千般万样，彼此间迥然不同。

游鱼击浪的碧海，与仙人掌所居的寂然荒漠不同；狒狒攀援跳跃的热带雨林，与白熊称霸的北极地区不同；蝙蝠悬挂的阴森岩洞，与青蛙跳跃的池沼不同；庭院青石下的方寸之地，与养有水藻的金鱼缸不同……

然而，这些生物的“住处”，无论其在大小、形质、景观上有多大的不同，都好象发动起来的机器一样，只要不毁坏、不出故障，就会按照一定的程序，不停顿地运转下去。

1935年，英国植物生态学家坦斯利，提出了生态系统的概念。1944年，苏联的生态学家苏卡切夫，提出了“生物地理群落”的概念。它们的意思是一样的：在一定的空间内，所有的生物和非生物成分构成一个互相作用的综合体。

在海洋里，海藻、虾、小鱼、大鱼、海水、阳光、空气、海底等等，构成了一个互相联系的综合体；

在森林里，大小树木、草、昆虫、鸟、爬行动物、哺乳动物、阳光、空气、土壤、水等等，也构成一个互相联系的综合体；

在养着水草的金鱼缸里，金鱼、水草、阳光、空气、水，同样

是一个互相联系的综合体……

这些综合体，都是大小不等的生态系统，都好象发动起来而又不需要人操纵的机器一样，自己在那里运转着。

最大、最完整、最高级的生态系统，是生物圈，它是一台最大的“活机器”。

拆开“活机器”

大凡机器都能拆卸。汽车、飞机、机床等等，都可以拆开来，以便观察、了解机器的每一个组成部分。每一种机器，都是一个系统。拆开来，能帮助你了解这些系统的构造。

动物、植物的个体也可以“拆”开来——人们通过解剖，可以看到它们的器官、组织；在显微镜下，还能看到细胞甚至遗传基因的结构。

那么，那些“活机器”——大大小小的生态系统，能不能拆开来呢？

乍一看，这还真不好办。生态系统之间，往往没有严格的界限。在森林与草原毗邻的地方，并没有一条泾渭分明的界线。如果说草木都有固定的落脚地点，划起界来还不算太难，那么动物呢——它们跑来跑去，飞来飞去，今天在大森林里躲躲藏藏，明天却到草原上去猛跑快飞。你很难给它们确定一个不许走出的范围。再说，生活在某一个“住处”的生物，彼此间你吃我我吃你，或者你帮我我靠你，相互关系错综复杂、拐弯抹角，是很难一目了然的。

但是，人们还是找到了一种“拆开”生态系统这架“活机器”的窍门儿。同拆机器不同的是，人们不是用螺丝刀、扳子、

钳子来拆卸，而是靠先进的科学手段，通过对生态系统的系统分析，来了解这架“活机器”的构造。

在现代生态学中，人们把生态系统这架“活机器”拆成了四个组成部分——生产者、消费者、分解者和无机环境。

生产者——绿色植物和某些能进行光合作用或化能合成作用的细菌。比如，各种各样的树木、青草、农田里的庄稼、水里的藻草和肉眼看不见的蓝、绿藻、硅藻以及绿色与紫色的细菌等等，它们能直接利用阳光、空气、水等无机物质制造生物需要的有机营养，不仅养活自己，而且直接或间接地养活生态系统中的其他生物。因此，人们给它们起了一个好听的名字——生产者，又叫它们为自养生物。

消费者——它们不能直接利用无机物来养活自己，只能靠吃其他生物来生活。

动物都是消费者。它们以“胃口”的不同，又分成三种类型：

吃“素”的食草动物。如蚜虫、蚂蚱、兔子、牛、大象，等等。它们有的蚕食植物，有的大口大口地吞食植物，直接靠生产者养活。

吃“荤”的肉食动物。如七星瓢虫、螳螂、鲨鱼、狼、虎、鹰，等等。它们靠吃草食动物或者比它们弱小的肉食动物生活着。

既吃“素”又吃“荤”的杂食性动物，如某些鸟类、鱼类、昆虫、哺乳动物。狐狸就好象有点“饥不择食”，既吃兔子、鼠类、其他小动物，又吃浆果，有时还吃动物尸体。

分解者。包括细菌、真菌等微生物和一些小动物。它们的任务和生产者正好相反——生产者把无机物变成有机物，

分解者又把复杂的有机物质，包括动植物残体和排泄物，分解成简单的无机物质，还给无机环境。所以，人们又把它叫做还原者。

无机环境。指的是在一个生态系统中，生物生存所需要的物质条件——阳光、温度、空气、水、土壤、营养物质……

生产者、消费者、分解者、无机环境，自然界的生态系统，一般都含有这样四个组成部分。其中生产者、消费者、分解者是有生命部分，无机环境是非生命部分。消费者不是必有部分。只要有了生产者、分解者、无机环境这三部分，生态系统这台"活机器"就会转起来。

下面，让我们看看生产者、消费者、分解者这三部分在生态系统中各起什么作用。

可贵的"生产者"

神奇的植物种子，是人们常常热情讴歌的对象。

多么奇妙！一颗小小的种子，一经萌发，竟会一点点长成比种子不知大多少倍的植株，甚至象澳洲按树那样高一百多米的参天巨树。

可是，那棱角分明的澳洲按树种子，才只有一二毫米长。

那么，植物是靠什么从微小的种子长成大树的呢？

"吃土、吃水呗！"有人可能这样回答。

17 世纪时，为了探索这个问题的答案，有位名叫梵·海尔蒙脱的生物学家作了一个实验。他把一株柳树种在盛满泥土的桶里，只浇水，什么肥料也不加。五年以后，柳树比刚栽时重了一百五十多斤，而桶里的泥土重量只少了不到二两。当时

他曾猜想，柳树增加的份量大概来自水。

但是，柳树增加的物质大部分是碳元素，而水中只有氧元素和氢元素，这碳元素显然不是从水中来的。

海尔蒙脱继续实验。他把柳树放在可以调节空气的温室内。当他调节空气中二氧化碳气含量时，一个奇迹出现了：把室内二氧化碳气去掉，柳树便停止生长；将二氧化碳气放进去，柳树又开始生长。谜揭开了。原来，除了水和无机养料外，植物主要"吃"二氧化碳气。

后来人们发现，植物"吃"二氧化碳气，靠的是那些千姿百态、浓淡不一的绿叶。人们往往把它称为"绿色工厂"。

作为"生产者"的绿色植物，真正"生产"时，就是在这些"绿色工厂"里进行的。

切成薄片的绿叶，在显微镜下展示出排得密密的叶细胞。如果有高倍显微镜，你还会看到叶细胞中那些绿宝石般的小球，它们就是体内含有叶绿素的叶绿体。

叶绿体好比"绿色工厂"中的"工作机"。只要有太阳光，"工厂"便开工，绿宝石般的叶绿体不停地在细胞内旋转，忙忙碌碌地进行生产。叶背面的气孔，不断吸入二氧化碳气，从茎和叶脉那里，不断送来根部吸收的水和氮、磷、钾等营养元素。叶绿体在阳光下，经过一番精细的加工，把原料变成了糖类和氧气——"绿色工厂"的产品。氧气跑到大气里，糖类被输送到根、茎、果实里储藏起来。

于是，无机物变成了有机物，太阳能转化成化学能。

一片绿叶，一爿"绿色工厂"。全世界有多少绿叶，多少"绿色工厂"！切莫小瞧这些普通的绿叶，全世界几十亿人口，加上不计其数的动物，再加上不计其数的微生物，或者直接或

者间接，几乎全得靠这些“绿色工厂”的产品养活。食草动物自不必说，即如食肉动物，虽然吃某些动物的肉，但被吃的动物的肉，归根结底还是食草动物吃植物长出来的。譬如，虎吃狼，狼吃兔子，兔子吃草，如果没有草，就没有兔子，狼就得饿死，虎也活不成。人也不例外。而没有植物，动物和人都生活不下去，分解动、植物遗体和粪便的微生物，也活不下去，整个生态系统就不会存在了。

有人粗粗算过，地球上所有的绿色植物、包括海草在内，叶子的表面积统共有几十亿平方公里，比地球的表面积大几十倍；每年植物通过光合作用生产的有机物质估计有一千亿吨，固定的太阳能约为 3.2×10^{21} 焦耳。

还有，全球的“绿色工厂”通过自己的生产，每年放出四千亿吨的氧气。人、动物、植物都要呼吸，都要消耗氧气。植物既制造氧气，又消耗氧气，但制造的比消耗的要多得多。大气中的氧气之所以用之不尽，耗之不竭，就是仰仗着“绿色工厂”能源源不断地制造氧气。

绿色植物——生产者的“主力军”，实在是生态系统中除无机环境之外最重要的成分。

珍爱每一片绿叶吧——无论那是针似的松叶、眉似的柳叶，还是扇似的棕榈叶、带似的草叶。

在生产者的队伍中，还有一些光合细菌和化学合成细菌，也能直接从无机环境中加工有机物质。光合细菌，如绿色或紫色硫磺细菌，它们大多生活在虽然有点光线但氧气很少的水中，能通过光合作用合成有机物质。化学合成细菌，如硫磺细菌、氨细菌，不需要太阳光，只需要通过氧化简单的无机化合物，就能获得能量，进行细胞合成。但是，这两种细菌数量

不多，作用不大，是生态系统中地地道道的“小角色”。

假如没有“分解者”……

这是一个可怕的假设。

因为，假如这个“假如”是真的，整个地球的生命就不会存在。

问题有那么严重？是的，毫不夸张。

分解者们大抵是一些很不起眼的生物。这支队伍的主要成员是分解动、植物遗体和排泄物的细菌、真菌，还有某些原生动物和腐食性动物，比如，吃枯木的白蚁、甲虫，吃腐烂有机体的蚯蚓、蟹和软体动物，等等。

有人一提细菌就厌恶。这些“小东西”，使鲜鱼变臭，使水果腐烂，使饭菜变馊，使衣服霉坏，使人类患病……太可恶了。

有害的细菌固然不少。但也有不少细菌对人有益——酿酒、制醋、做干酪、制取药品等等，都少不了它们。

那些使食物腐烂的细菌，虽然使人们感到讨厌，却又是使生态系统正常“运转”的重要角色。

这些微生物好象辛勤的“清道夫”一样，遍布地球的每一个有生命活动的角落。它们把死生命体、粪便搬出生命的舞台，让活的生命体在舞台上继续演出。

自然界中，几乎没有哪种有机物不能被微生物利用。它们虽然个头儿小，“胃口”却好象比其他什么生物都好。有许多致毒物质，人和动物都沾不得一星半点，有些微生物却把它们当作“美味佳肴”。比如，有些细菌通过变异，能分解某些人工合

滴的农药。污水生物处理，就是这些净化环境的“小英雄”们的拿手戏。

微生物“胃口”这样好，秘密就在于它们有多种酶体系，“消化”能力强。酶是生物细胞合成的一种特殊的蛋白质，又是高效能的生物催化剂。微生物靠着酶的催化作用，就象玩魔术一样，使有机物发生奇妙的化学变化，分解成简单的无机物。

那些腐食性的小动物，也是分解者队伍中的重要成员。这里有一个关于屎克螂的有趣的例子——

屎克螂，大名蜣螂，是一种以动物粪便为食料的昆虫。每当人们在路上看到屎克螂起劲地推动团起的粪球，总要嗤之以鼻，说不定还要骂一声“臭臭之夫”呢。但实际上，屎克螂是一名自然界中出色的“清道夫”。有些地方还把它们当成宝贝疙瘩呢。

前两年，澳大利亚有关方面从中国动物界“请”去一位“贵客”——说来好笑，竟是一种能吃牛粪的屎克螂。原来，澳大利亚广阔的牧场上，养着几千万头牛，每天排出的牛粪多到以亿计堆。这些牛粪覆盖了成百万英亩的草场，使蝇类大量滋生，形成牧场一大灾害。屎克螂是清粪的好手，但澳大利亚的屎克螂只好吃袋鼠粪，对牛粪不感兴趣。结果，人们只好远渡重洋，到中国来搬救兵。

这个例子可以令人信服地说明分解者们的重要作用。你想想，如果没有分解者，自然界中的生物遗体、动物排泄物都不能腐烂，那么，不用多少时间，世界上就会堆满生物遗体和粪便，哪里还会有活生命体活动的天地呢？要知道，每年地球上光是动植物遗体就是几千亿吨啊！如果真的都堆积起来，生

物圈决不会有几十亿年藩衍不息的生命史了。

分解者不仅是净化生态系统的“清道夫”，又是维持生态系统“活机器”往复运转的重要一环。

大自然的一切生命都有始有终。它们在大地上孕育、滋长，长则千年百载，短则须臾之间，总不免一死，最后又倒在大地上。

当生物活着的时候，都要不断地从外界“吃”进自己需要的食物，构成生物体，进行各种各样的活动。组成生物体的物质，主要是碳、氢、氧、氮等，都来自无机环境。假如没有分解者，动植物遗体、粪便都作为有机体固定下来，不能再被其他生物利用，那么，生物的营养物质就会越来越少，总有一天要用光的。

真有意思！大自然好象有谁在那里巧妙安排似的——经过植物的光合作用，把无机物质化合成有机物质；而经过微生物等分解者的分解，又把复杂的有机物质变成无机物质——二氧化碳气、氧气和矿物质。

平时，人们看到昆虫、兔子、牛、羊、鹿等食草动物天天在那里咀嚼青枝绿叶，很可能以为它们是植物的主要“食客”。这是一种误会。据研究，在陆地生态系统中，绝大部分绿色植物——大约百分之九十——不是草食动物吃掉的，而是由分解者分解的，分解者自己吸收了一部分营养，其余都归还给无机环境了。

没想到吧——小小的微生物，“胃口”竟有这样大！

生态系统，无论其大小如何，可以没有消费者，不能没有分解者。本节的小标题说，“假如没有‘分解者’……”，只是一个假设。幸而又幸的是，这只不过是一个假设。

寄生，可不白吃

消费者的主要成员是动物。不过也有植物，比如我们在前面已经介绍过的那些“绿衣女巫”——寄生植物，它们靠其他植物养活着。

广义地说起来，动物也是寄生者，因为它们都靠植物养活着。离了植物，它们便活不成。

寄生者名称已够难听的了，但人们还把消费者称为“掠夺者”。不过，这也不很冤枉消费者。

你看它们，大吃小，强吃弱；你吃了他，我又吃你。谁能把别人抢到嘴，谁就能生存。抢来吃去，真无异于掠夺。

草食动物毫不客气地拿植物大吃大嚼，肉食动物又冷酷无情地拿草食动物大吃大嚼。肉食动物弱肉强食，还要争个高下前后，划分出两三个等级呢。

生态学还真的给消费者划分了等级。比如，吃棉叶的蚜虫，一级消费者；吃蚜虫的七星瓢虫，二级消费者，又叫一级食肉者；吃七星瓢虫的小鸟，三级消费者，又叫二级食肉者；吃小鸟的鹰，四级消费者，又叫三级食肉者。

尽管动物被称为“掠夺者”，似乎比植物本事大得多，俨然是生态系统中的主要角色，但在生态学的理论看来，消费者可不是生态系统中的必要成分；必不可少的成分是无机环境、生产者和分解者。

生命史的事实就是如此。地球在出现生命后的非常长一段时间内，只有蓝藻与细菌作伴。蓝藻能进行光合作用，是生产者，自养生物；细菌靠蓝藻生活，是分解者，异养生物，它们

分解有机物，又向蓝藻提供一部分原料。藻菌共存，主宰着原始的生物圈，形成了两极式的生物世界。这种两极系统竟延续了几十亿年。

两极式的生态系统太简单了。无论细菌还是蓝藻，都小得可怜。它们不会跑，也不会飞，只能在烟波浩淼的汪洋中随波逐流；而整个陆地还是一片荒凉世界。生命的力量，在威严的大自然面前显得那样渺小。

进化终于把动物推上生态系统的“大舞台”，生命的两极系统变成了三极系统。动物世界以比其他生物快得多的进化步伐，向一切可以进驻的无机环境挺进。一边挺进，一边走向多样化。

今天，尽管我们在理论上说，动物是生态系统的非必要成分，但是考察气象万千的生物圈，几乎没有一处生态系统看不到动物的踪影。

没有动物，就不会有人类；

没有动物，就没有争艳斗妍的显花植物；

没有动物，地球不会有这样丰富多采的生命世界——在今天已知的大约一百五十万种生物中，动物占三分之二以上；

没有动物，自然界又会回到荒凉的两极结构的原始时代。

今天，动物、植物和微生物，就象和在一起的面粉、奶油和鸡蛋一样，很难再把它们分出去了。我们已经知道，消费者是靠生产者活着的，但我们已接触到不少例子，如丝兰与丝兰蛾，说明离开了消费者，许多生产者就无法活下去。所有那些靠动物传播花粉、种子的植物，没有动物很快会“断子绝孙”，

从这个世界悄悄地消逝。

新西兰曾经从英国引进一批能把牛养得肥肥的红三叶草。这些草在辽阔的牧场上长得好不壮实，花开得煞是兴旺。但是，花落景迁，却没有籽实。原来，新西兰引进红三叶草的人粗疏大意，忘了这种草只有经过丸花蜂传送花粉才能结实繁衍。后来，人们又从英国请来了丸花蜂，红三叶草才在南太平洋这块土地上扎下根，世代"定居"下去。

有一句精辟的警句："鸟死了，森林也会死去。"

不是吗？生态学家做过这样一个试验——在落叶栎林里，把一棵栎树用细密的网子全部网起来；鸟飞不进去，虫子却可以爬进去。四年以后，这棵树的叶子被吃得精光，而没有网的树却绿荫如冠，生气勃勃。很清楚，挡住了鸟儿的网，保护着昆虫在网内自由自在地糟蹋大树。

这种情形同我们开始讲到的凯巴伯森林一样，杀掉了狼，等于纵容鹿去祸害森林。

一级辖一级的消费者，作为生态系统中一连串的中间环节，有力地影响着"活机器"生态系统的正常运转。这一连串的环节，中间只要有一环松脱，整台"机器"就会出故障。在一个稳定的生态系统中，生产者、消费者（一级、二级、三级……）、分解者，象错综咬合的齿轮、链条，互相连接，形成一体，是不能任意改动它的结构的。

第十五章　驱动力，来自太阳

一切机器的工作，都需要获得驱动力。汽车、飞机、机床……，有的安有燃油的内燃机，有的安有由电流策动的电动机，等等。收音机，必须接到交流电的电路上或安上电池，才能收到电台播送的各种节目。

死机器如此，那么“活机器”——生态系统是不是也如此呢？是不是也需要驱动力呢？

生物世界杂纷繁陈，许多事情难以一目了然，从汩汩溪流到汪洋大海，从深邃的森林到辽阔的草原，生物在各自的天地里自由竞争，生生灭灭，人们很少想到它们需要什么驱动力。而且，看起来循环再生的生态系统，也确实不需要什么驱动力。森林里，老树枯朽了，新株又在滋长。狼每天都在很用心地追捕兔子，树上的毛虫不断被鸟雀吃掉，世世代代都是如此。许多岁月过去，狼、兔子、毛虫、鸟雀还是按这样的关系生活着，好象“永动机”一样，周而复始地运转着，不需要向它们提供什么驱动力。

然而，生态系统的运转果然不需要什么驱动力吗？

吃来吃去，不离“阳光”

有一句老话说，“民以食为天”。

人活着就要不停地吃饭，一天三顿，一顿不吃饿得慌。

即使人躺在那里一动不动，也不能不吃饭，因为你至少心脏要搏跳，肺要呼吸；心跳和呼吸，就要有驱动力。打个比方，就象内燃机要旋转，不能不烧油。

人们都吃什么呢？米、麦、菜、水果、糖、油、肉、蛋、鱼、禽、奶……有植物，有动物，还有它们的制品。人的食物太丰富了，如果一一点来，可以列举一长串的名来。但如果有人说，每一个人所吃的东西里都有阳光，因而每一个人都"吃"阳光，而且不能不"吃"阳光时，你也许会感到奇怪。怎么，给人以光明和温暖的阳光，还能充饥？这不是童话吧？

是的，这不是童话，而是科学。让我们回头来先看看我们所吃的食物——那些动、植物们，是怎样"吃"阳光的……

在上一章的介绍中，我们已经了解到，可贵的生产者绿色植物是怎样利用阳光来加工有机养料的。因此，对植物"吃"阳光这一点，你也许不感到很奇怪。

植物从太阳那里得到的，实际上是强大的辐射能。

每天，阳光穿越迢迢太空，不辞辛苦，历经万千里程匆匆赶来，携着明亮与温煦，使无数绿色植物欣欣向荣。

太阳的能量，大得叫人难以想象。照射到地球上的阳光，每小时赐予每平方米地面一百大卡的热量。这些热量，足够把一公斤摄氏零度的水烧开。

然而，地球得到的这份能量，不过占太阳贡献的辐射能的二十亿分之一。即使只剩这些，也不能全部被植物"吃"进去。

有一半多一点的太阳辐射，是绿色植物色素不能吸收的；

剩下那些，有的被绿叶反射出去了；

有的虽然被绿叶吸收了，但没有在光合作用时用上，被叶子蒸腾、散发了；

植物自己呼吸还要消耗一点能量；

这样七扣八扣之后，在最好的情况下，也只有百分之二点四的太阳辐射能，被绿色植物转变为化学能贮存起来。

“二十亿分之一”的“百分之二点四”，这个数字看起来小而又小。实际上，现在生物圈固定的太阳能的平均值，比这还要小——只有百分之零点二到零点五。即使如此，地球上的绿色植物每年生产的干有机物（把有机物烘干去水分），大约也有两千亿吨之多。整个生物圈中所有植物以外的生物，都靠这些有机物养活着。

太阳升起，金光万道；太阳一落，黑夜沉沉。日落时，仿佛谁也挽留不住消逝的阳光。然而，绿色植物却象用了一种神奇的“定身法”，通过光合作用，把流动的太阳辐射能变成化学能固定下来。这一下，好象水冻成冰一样，阳光被“凝固”了。

动物不能直接吃阳光。阳光照在奔走翔游的动物身上，只能使它们体表温暖，不能使它们体内获得动力。但草食动物在吃植物时，却等于把植物贮存的那份“‘凝固’了的阳光”吃进肚子，从而获得维持生命运动所不可缺少的能量。

草食动物靠“凝固”了的阳光维持呼吸、生长身体、繁殖后代。它们在活动的时候，把其中很大一部分变成热散发了出去，把一部分随着粪、尿和发酵气体排泄出体外，剩下贮存在体内的只是不大的一部分。

现在，轮到肉食动物来享用剩下的“凝固阳光”了。肉食动物吃了草食动物以后，也要把一大部分能消耗于呼吸、排泄，小部分用于积存。

肉食动物又分成一级、二级、三级(一般不超过三级)。通过它们吃来吃去的食物关系,"'凝固'了的阳光"好象火炬接力赛跑,一级一级地往下传递。

人无论吃植物还是吃动物,是直接还是间接,都是要获得"凝固"了的阳光,维持人的生命活动。一般来说,一个人一天需要含能量两千千卡的食物。这些能量归根结底来自太阳辐射能。

能量是物体作功的能力。人类和其他生命所需要的能量,看起来是"你吃我"、"我吃你"吃来的,实际上都是"吃"阳光而来。有一句歌词说"万物生长靠太阳",这倒不是夸张——自然界本来如此。

"吃"与"被吃",环环相扣

中国古代有句谚语:"螳螂捕蝉,黄雀在后。"

你不妨想象一下这句谚语所描绘的情景。

夏日。绿叶浓密。蝉伏在树干上,大概吸饱了树汁,正扯开嗓门"知了——知了——"地唱个不休;螳螂举着刀臂,蹑手蹑足地,却在悄悄向它移近;螳螂一心猎食,不防背后飞来一只黄雀,贪婪地朝它伸长了脖子。

谚语本意用以讥讽某些只贪眼前利益、做事不顾后患的人,但它在客观上揭示了一个重要的生态现象——食物链。

树——→蝉——→螳螂——→黄雀——→人,后者吃前者,一环扣一环,真象一条连环的锁链。食物链这个术语,形象地概括了生态系统中提供食物与取得食物的连锁关系。

食物链的理论,是美国生态学家林德曼在1942年首先提

出的。食物链说明，在生态系统中，生物成员之间，通过捕食与被食，传递来自太阳的能量，结成了一个有机的整体。

自然界里，食物链现象比比皆是。在每一个生态系统里，我们都可以找到一条条无形的“链条”。

在“生物的‘战争’（上）”一章中，我们看到的那场角逐正是一条食物链：花蜜——→蝴蝶——→螳螂——→蛤蟆——→蛇——→鹰。

兔子在草原上窜来窜去，寻食嫩绿的青草，狐狸游游荡荡，设计怎样捉住野兔，而狼若是撞上狐狸，也要千方百计把它吃掉。青草——→野兔——→狐狸——→狼，这是草原上的一条食物链。

俗话说，“大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米，虾米吃紫泥”。如果把虾米吃紫泥这点纠正过来（虾米实际上吃浮游植物），这条谚语也正确地反映了海洋中的一种食物链：浮游植物——→虾——→小鱼——→大鱼。

每位读者都可以试举出其他一些食物链。你不难发现，这些食物链都好象“卤水点豆腐”，一物降一物，后者吃前者，形成一个单方向的顺序。这又象孩子们玩的斗兽棋，规定好群兽“级别”，只能虎吃豹，豹吃狼，狼吃狗，狗吃猫，猫吃鼠，不能颠倒过去，比如让鼠吃猫、让豹吃虎。

你还不难发现，这些食物链都以绿色植物为起点（花蜜、青草、浮游植物），下一个角色一定是草食性动物（蝴蝶、野兔、虾），然后是级别不同的肉食动物（螳螂、蛤蟆、蛇、鹰；狐狸、狼；小鱼、大鱼）。如果概括地图示一下，那就是植物——→草食动物——→肉食动物。这是最基本的食物链，叫草牧食物链。

生态系统中不止这一种食物链。

在野草丛丛的沼泽地，各种食草昆虫放开肚子蚕食嫩叶，从这里引出一条条草牧食物链。但人们还观察到这种情况，许多鲜草、枯草落到水中，首先成为腐生菌的可口食物，接着，腐烂的碎草和腐生菌一起，填了水蚤和小虾的肚子，水蚤、小虾然后喂了小鱼，小鱼葬身大鱼之腹。

腐草屑——→水蚤（小虾）——→小鱼——→大鱼，这是一条腐屑食物链，也是一种重要的食物链。专家们经过观察发现，沼泽地里的食草昆虫，只吃掉十分之一都不到的野草。大部分野草落到水中或泥土中，腐烂后进入了腐屑食物链。

在泥土中，除了腐生菌以外，有一批腐食性的小动物，如线虫、蚯蚓、螨、马陆等等。植物的枯枝落叶、动物的残体和排泄物，通过腐生菌的分解发生腐烂，便成了这些小动物充饥的食物。而这些小动物也常常被土栖的食肉动物掠食。下面是草原生态系统土壤中的一条腐屑食物链：动植物腐屑——→螨——→蜈蚣——→鼹鼠。

在森林中，白蚁以枯树的干木为食，加速朽树的分解，为新苗茁壮成长清扫基地，因而成为森林中的益虫（它们在城镇乡村破坏木结构的建筑物，却是害虫）。白蚁则可能成为鸟或食蚁昆虫、食蚁兽的食物。枯木——→白蚁——→食蚁虫（兽），也是一条腐屑食物链。

生态系统中还有一种与以上两种都不同的食物链——寄生食物链。

提起寄生，你大概很快会想到那身上开“动物园”的猴子。它的皮毛下藏着吮血的跳蚤；跳蚤身上又寄生着单细胞的原虫；原虫虽小，身上又有细菌在寄生；细菌也不是最小最后的

寄生者——一种名叫噬菌体的病毒，身体极其微小，只有在高倍电子显微镜下才会显示出蝌蚪样的形状，它能侵入细菌的细胞内生长繁殖。

猴——→跳蚤——→原虫——→细菌——→噬菌体，这是一条典型的寄生食物链。

我们还可以举出几种寄生食物链，如：青草——→田鼠——→跳蚤；植物——→草食动物——→肉食动物——→人——→蚊子。

比较寄生链与草牧链，你也许会发现一些有趣的现象。在草牧链中，往往大吃小、强凌弱，越大越强的数量越少。寄生链正相反，寄生者往往小吃大，越小越厉害，越小数量越多。这真是一物克一物，各有各的招数。

上面这三种基本的食物链，好象都是一条条的单线。实际情况可比这复杂得多。

比如说，草原上有一条食物链：青草——→野兔——→狐狸——→狼。但辽阔的大草原，类似的“吃”和“被吃”的环节太多了，错综复杂，分枝交叉。吃草的动物不只野兔，还有许多种昆虫、牛、羊、田鼠及吃草籽、浆果的鸟；狼不必等兔子被狐狸吃了再去吃狐狸，它见了兔子蛮可以捉来便吃，不会犯“越级”的错误。吃兔子的，未必就是狼、狐，还有黄鼠狼、鹰等。狼可能遭蚊子咬，蚊子又被蜻蜓吃掉。狐狸除了吃兔子，捉住青蛙、小鸟、田鼠当然也不会放过。有时，实在找不到肉食，腹中空空，饥不择食，它也吃浆果，甚至吃腐食。

多复杂的食物关系啊！它好比一张巨大的网，千根绳，万扣眼，纵横连络。青草——→野兔——→狐狸——→狼，不过是这张网上抽出来的一股“网绳”罢了。许多食物链交错搭配，形成网络一般的结构，生态学中把这种现象称为食物网。

这张网虽然错杂多堵，但并不是杂乱一团。不管是青草——昆虫——青蛙——狐狸，还是青草——昆虫——鸟——鹰，或是青草——田鼠——鼬，都是这样一个模式：植物——草食动物——肉食动物——草牧食物链。

奇妙的“金字塔”

浩浩碧海，浮游植物海藻随波飘荡，充当着浮游动物的“食粮”，浮游动物又填了小鱼肚子，大鱼自由地吞食小鱼，但它们也可能落入罗网，成为人们桌上佳肴。

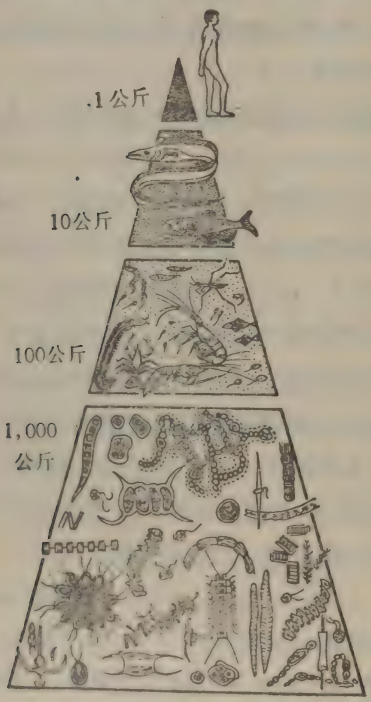

图 17 生物金字塔

当你吃着鲜美的海鱼时，不知道你想过没有，它们该吃掉多少小鱼？小鱼该吃掉多少浮游动物？浮游动物又要吃多少浮游植物？

生物学家给我们粗略地开了一个包括这一连串食物在内的清单：一个人要增加一公斤体重，要吃十公斤鱼，这些鱼要吃一百公斤浮游动物，这些浮游动物要吃一千公斤浮游植物（图 17）。

把这些数字迭起来，正好构成一个金字塔形。瞧——

1

10

100

1000

这好比一个金字塔，塔基生产者为浮游植物，第二层为浮游动物，第三层为肉食动物——鱼，金字塔尖端是这一食物链的最后消费者。

这不是偶然的现象。

走进森林，到处是树、乔木、灌木，还有藤本、草本，以层次深浅不同的绿色包围你，使你觉得仿佛置身在绿色的海中。稍加留心，你不难看到以植物为生的各种昆虫，飞的、爬的、跳的，触目可见。吃虫子的鸟就要少一些。以鸟雀为食的鹰就更少了。在空旷一些的地方，也许要凝神注目，才能在很大一片蓝天上见到一只盘旋的鹰。

草原是一望无际的草丛，各种各样的昆虫随处可见。你无须查数，反正鸟雀要比昆虫少。鹰比鸟雀少得多，这也不用怀疑。田鼠在地下打洞，一般昼伏夜出。走在草原上，你难免碰上一两只仓惶过往的田鼠。然而，人们要想同吃田鼠的黄鼬打个照面，就很不容易了。

还可以观察到许多例子，说明在生态系统中，食物链的营养级从低到高，从生产者到消费者，生物的数量越来越少。英国生态学家查尔斯研究了这种现象后，提出了生物金字塔的概念。

举世闻名的埃及金字塔，以悠久的历史、巍峨的塔身，谜一样奇巧的构筑，使不知多少代的不知多少人为之叹绝。而

生物金字塔却是无形的。哪里有生物，哪里就会见到一座生物金字塔。它同埃及金字塔一样使人感到奇妙无比。

在生态学中，人们常常用三种方法来表示生物金字塔。

一种是生物数目塔。比如，有人对一片草地上草牧链的所有生物成员作了一个统计：

生产者野草，五百八十四万二千四百二十四株；

消费者Ⅰ(草食动物)——昆虫，七十万八千六百二十四只；

消费者Ⅱ(肉食动物)——吃昆虫的小鸟，三十五万四千九百零四只；

消费者Ⅲ(肉食动物)——吃小鸟的雀鹰，只有三只。

这四个营养层次，好象一个金字塔，越往上数目越小。但有时这样的金字塔会出现层次颠倒的情况。比如，在一公顷一片的温带森林里，生产者林木只有二百株，而吃树的昆虫等草食动物却有十五万只。生产者数目本来应该大于消费者，这里却倒过来了。原因是论起数目来，一条毛虫和一棵大树，一只小虾和一条巨鲸，一只跳蚤和一头大象，都是“一”，但它们的体积却差成千上万倍(图 18)。

图 18　一条巨鲸和一头大象

另外一种叫生物量金字塔的术语，其概念就比生物数目

塔准确。比如，下面是人们对一片海域中大叶藻群落生态系统的统计：

生产者大叶藻，重四千八百万吨；

消费者Ⅰ——吃大叶藻的小虾、小鱼，一千二百万吨；

消费者Ⅱ——吃这些小虾、小鱼的大鱼，十七万吨；

消费者Ⅲ——吃大鱼的凶猛鱼类，只有三万吨。

这一连串的数字，也恰恰是一个金字塔形。说明从生产者到消费者，生物量一层比一层减少。

一称份量，毛虫和大树，跳蚤和大象，小虾和巨鲸，就不再是个数上一比一了。

在生态学中最常用的是能量金字塔。它说明，在生态系统中，由生产者转化的太阳能，在向消费者一级一级传递的时候，象金字塔的三角形侧面一样，越往上越小。

比如，在某个生态系统一平方米的面积上，生产者植物在一年内除了呼吸消耗外，净生产的能量是八千八百三十三千卡；

草食动物的净生产能量是一千四百七十八千卡；

消费者Ⅰ的净生产能量是六十七千卡；

位于塔顶的消费者Ⅱ，净生产的能量只剩下六千卡了。

把这一串数字迭起来，不也是一个金字塔形吗？

物理学的常识告诉我们，在自然界中，能量既不能创造，也不能消灭，只能由一种形式变成另一种形式。当光芒万丈的太阳照到大大小小的生态系统时，能量便源源不断地被植物固定下来，然后沿着三种不同的食物链一环扣一环地传递，生态系统这台“活机器”的各个环节便获得了驱动力。而生物金字塔的规则又告诉我们，由于在传递来自太阳的能量时，

每一环节的生物都要消耗许多能量，所以这份能量越往后传越小，能养活的生物也越少。

第十六章　“旅行”和“秩序”

一切生命活动都不能离开能量。

同时，一切生物有机体都不能离开物质。

大如巨杉、巨藻、大象、蓝鲸这些庞然大物，小如肉眼看不见的细菌、病毒，概莫能外。

碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、钠……构成生物体的元素，大概有三十种以上。

生物活着就要“吃”。既要“吃”那可以驱动它活动的“凝固”了的阳光，又要吃进那些可以构成自己身体的元素。拿人来说，一生要吃很多食物。假如一个人一天吃一斤粮食、一斤副食品、一斤水，一生七八十年合起来就有四十来吨食物，足足可装十卡车。当然，人每天吃，每天排泄，最后留下的身躯也只一百多斤。

地球生命已经有了三十多亿年的历史。无数的生命，在这期间要“吃”掉多少物质？已经绝迹的恐龙，最重的身长二十七米，体重达到一百多吨，该是怎样的一个“大肚汉”啊！但地球上对生物有用的物质，好象并不见缺。

原因是，一切生命体都有始有终，但物质是不灭的。构成生物体的三十多种元素，是永恒的“旅行者”，不知疲倦地在大大小小的生态系统里进进出出，循环往复，一会儿在这里，一会儿又在那里。

昨天，某种元素“旅行者”也许在一株野草的叶尖上，今天

它或许在一只正在觅食的蚂蚱身上；明天，说不定它又跑到一只鸣鼓声声的青蛙肚中；而某一天，它为什么就不能化入飘逸蓝天的一片白云呢？

物质进入生态系统“旅行”，同太阳辐射能的传递一样，也是从绿色植物等生产者开始的。植物直接吸收无机养料，让那些“旅行者”进入生态系统。以下，“旅行者”便循着食物链的路线进行，一直到生态系统最后一站——位于生物金字塔的塔尖的肉食动物或人类。

食物链的每一“站”，都有一些“旅行者”回到无机环境中去。比如说，动、植物的呼吸，植物的枯枝落叶，动物的排泄物，都会被分解者分解后，回到无机环境。一切生物体都有生有灭。即使那些踞于生物金字塔塔尖地位的雄鹰、猛虎之辈，喋血一生，最后也不免一死。动、植物的遗体，经分解者的作用，最后都分解成简单的无机物还给环境。

碳的“旅行”和“温室效应”

如果说水泥是现代许多建筑的主要材料的话，碳在生物体的作用就象盖一座大楼需要水泥一样。

生物的每一个分子都含有碳，有机物中百分之四十九的成分是碳。

地球的半径有六千三百多公里，大部分物质被埋在平均三十多公里厚的地壳之下。火山爆发，把炽热的岩浆喷放出来。但喷出来的也只是地底二三十公里的物质。三十公里以下，是个巨大的储存库，埋藏在那里的物质沉沉万年，难见天日。

绝大部分的碳，以碳酸盐的形式被禁锢在岩石圈内，几乎没有资格去“旅行”。煤、石油等化石燃料，虽然埋在地下，却有很多机会，被人们开发出来，到生物圈中逛一逛。水、大气、岩石圈表面的碳，处于被称为活动库的地方，它们象兴致勃勃的游客，不停地在生物圈中“旅行”，在生命系统中出出进进。然而，它们只占碳总量的一小部分。

人到许多游览胜地旅游，都得遵从一定的秩序。著名的北京故宫，每天游客如云，络绎不绝。游人鱼贯而入，鱼贯而出，出进有序。假如人们都驻足太和殿或珍宝馆，游览非阻塞不可。

人们可以看到，物质在生物圈中的“旅行”也遵从着一定的秩序。物质从储存库进入活动库，或者从活动库进入生物库（生命系统），也不能乱走乱闯，不讲秩序；也得有出有进，进出达到平衡。否则，某种物质都在某一库中拥塞，就会造成生态危机。

让我们接着来看碳的循环。

大气是碳的一个广阔天地。大气中充满二氧化碳气。经过绿色植物的光合作用，二氧化碳气变成碳水化合物。于是，大气——活动库之一的碳，进入了生物库。

在生物库中，碳沿着食物链的路线“旅行”：植物—→草食动物—→肉食动物，在每一个营养级上，随着生物呼吸都有一部分二氧化碳气回到大气中；生物的排泄物、凋零物或遗体被分解者分解时，也会产生二氧化碳气。

碳在生命系统和非生命系统中，就这样进进出出，达到大体上的平衡。

火山爆发、碳酸岩的风化，也可以产生大量二氧化碳气。

跑到大气中去。

亿万年来，在自然状态下，碳在生命系统内外的这种循环是有秩序的。然而，由于近代人们对这种循环的干预力量越来越大，某些环节上的秩序受到了破坏。

大量的煤、石油、天然气，被人从它们沉睡的地底储存库中唤醒，经过燃烧，越来越多地拥到大气中去。这些化石燃料，是在漫长的地质年代里，由植物固定的碳素变成的。

森林在大量减少。全球森林植被，约含碳四千亿到五千亿吨，占整个大气中碳的三分之二。这是碳的一个巨大的生物库。然而，由于人们只看到林木的经济价值，滥施斧伐，森林正以每天四千三百七十七公顷的速度从地球上消失。

这意味着什么呢？通常，一公顷阔叶林在生长季节里一天就消耗一吨二氧化碳。那么，每天消失四千三百七十七公顷森林，就意味着大气中二氧化碳的贮存要比原来多四千三百七十七吨。

在此同时，每年却有五十亿到六十亿吨的碳，由化石变成二氧化碳，排放到大气中。千万支伸向云端的烟囱，千万只青烟喷射的汽车排气管……，不知休止地向大气充填二氧化碳。

从1860～1970年这一百一十年间，大气中二氧化碳的浓度，从百分之零点零二八增加到百分之零点零三二。根据科学家预算，照这样的速度下去，只消到本世纪末，大气中二氧化碳的含量就会增加到百分之零点零四。再过五十年，还会增加一倍。

碳的"旅行者"大量拥入大气这个活动库中，越聚越多，会出现什么样的后果呢？对此，许多科学家忧心忡忡。他们认

为，很可能会出现一种被称为“温室效应”的生态危机。

所谓“温室效应”，是二氧化碳气的一种奇特效能。原来，当阳光透过大气的时候，就象通过一座大温室的透明玻璃一样，把辐射热洒向大地；而当太阳辐射热从地球上反射出来时，却被二氧化碳气象一层巨大的玻璃罩挡住了。二氧化碳气增加的结果，使“温室效应”逐步加强，大气一点一点地被加热，气温渐渐升高。根据上面的预计，到2000年的时候，大气平均气温将上升摄氏零点五度。

气温升高，让我们的地球更暖和点有什么不好呢？也许，温带寒冷的冬天可以早一点结束，晚一点降临；也许，永久封冻的极地也会见到春天动人的身影……然而，科学家们却为我们描绘了一幅可怕的图景：当地球平均气温增高摄氏四度时，南北两极的冰雪——地球的两个“冰帽”，就会融化，海平面将上升几米。到那时，地球上有许多繁都、良田，将被海浪吞没，变成沧海；而现在已经十分炎热的热带，将热得根本无法住人。

如果碳的“旅行”按目前情景发展下去，科学家的这种可怕描绘就决不是故作危言耸听。当然，如果大家都来保护森林，增加大地的绿色植被；如果都小心翼翼地减少对大气排放二氧化碳气，这种前景也是可以避免的。

“红潮”的根由

在前面的介绍中你已经知道，“红潮”是一种危害性很大的微生物生态爆炸。

“红潮”是怎样造成的呢？

是水的“富营养化”。

水的“富营养化”又是怎样造成的呢？

为了找到它的根由，让我们来看看氮在生物圈中又是怎样旅行的。

氮是构成氨基酸和蛋白质的基本成分。生命离开了氮便不能存在。

大气中氮十分充足，约占大气的百分之七十五。但是氮要到生物世界来“观光”也不太容易。所有的动物，外加大部分的植物，都不能直接利用以分子状态(N_2)存在的氮。

大气中的氮到生物世界“旅行”，目前有三条路。一是生物固氮。固氮菌、豆科根瘤菌，还有某些蓝绿藻，能从空气中直接捕捉氮，加工成含氮有机物。二是高能自然固氮。划破长空的闪电，从天外飞来的宇宙线，喷火吐烟的火山爆发，都能在进行高温和光化学作用时，把大气中的氮气变成氨和硝酸盐，然后随着降水落到地面。每公顷的土地每年通过高能固氮，能“凭空”得到八九公斤氮素。三是工业固氮。用人工的办法生产氮肥。全世界的工业固氮量每年有几千万吨。

从三条路到生物世界“旅行”的氮，同碳一样，也是沿着食物链的道路一站一站地走动。先是绿色植物吸收氮，把它变成自己体内的氨基酸；吃了植物的动物，又把这种氨基酸变成动物类型的氨基酸。随着植物的凋落、动物的排泄、动植物的死亡，它们体内的含氮有机物又进入土壤，经过分解者的分解，有的转化成可以被植物吸收的硝酸盐，有的转化成氮气，回到大气中。但也有一部分硝酸盐，经过雨水淋溶，被冲到江河湖海。

氮就是这样“旅行”着：通过三条“通道”，大气中氮被植物

吸收，进入生态系统；经过生态系统的循环“旅行”，氮又回到大气和其他无机环境，生态系统中的氮挥发、流失后，又由三条“通道”得到补充。在自然状态下，氮的循环也是平衡的。

然而，由于人类的活动，使氮的“旅行者”大量拥到江河湖海。几千年来，人类不断地砍伐、焚烧森林，开垦、破坏原始草原，使大地的植被不断减少，加剧了水土流失。许多原来积存在土壤中的氮，随着水土流失冲到水域。据报道，美国近一百年的农业活动，使全国土地流失了十七点五亿吨的氮素。

水土流失，使肥田瘦瘠。为了维持、提高土地的肥力，人们把丰收的希望寄托于化肥。于是，越来越多的亚硝酸盐等氮肥被投入到农田。当然，施肥不是坏事。但水土流失的问题不解决，肥施得越多，跑到江河湖海中的氮越多。

人们还不负责任地向水中倾倒人粪尿和其他生活污水，把江河湖海当成天然的大阴沟洞。

结果，土地没有肥，水倒是“肥”了，而且肥过了头。氮的“旅行者”在水中大大增加以后，食物充足的水中微生物便发疯似地繁殖起来，形成了可怕的“红潮”。

是妖魔降临水俣市吗？

水俣市，是日本南方一个风光旖旎、渔业兴旺的滨海小城，它在九州的南部。

50年代初期，这里却好象降下什么妖魔，施用了什么妖术，给这座一向美丽而宁静的小城，带来一连串灾难性的变化。

蔚蓝的大海，海水不是依旧澄碧么，海面上怎么泛起一片

片翻着白肚皮的死鱼？澄蓝的天空，阳光不是依旧明亮么，那些曾自由翱翔海天的鸥鸟，怎么飞着飞着突然就坠落海中？那飘荡海中的海藻，曾象碧色地毯上表演体操的少女，轻柔而富有弹力，怎么会一片片地枯死黄萎了呢？果真有什么妖术，把曾经生气盎然的大海，拖入了死亡的渊薮吗？

还有，城里那些猫儿，怎么一只一只象中了邪似地浑身抽搐，口流涎水，疯狂地转来转去，最后象自杀一样跳入大海？才几年功夫，小城的猫就几乎全部被什么妖魔摄去，无影无踪了。

灾难，很快降到人的头上。1956年初，城里出现了一种从来没有见过的病人，发起病来好象同那些跳海的病猫一样，四肢麻木，视、听衰退，说话不清，神经错乱，最后痉挛而死。在医学上，人们把这种病叫“水俣病”。

水俣病是如何产生的？水俣市的灾变缘何而起？生物学家和医学家们经过共同努力，终于找到了在水俣市兴妖作祟的“恶魔”——汞！

原来，工业逐步发展起来以后，许多工厂向海水中排放工业废水，海湾成了一个被人们随意利用的“大污水沟”。许多金属汞也随着工业排废进入海洋生态系统。贝类、虾、鱼，首先吃进许多汞；接着是鸟、猫，最后是人。汞，顺着海洋和滨海生物的食物链“旅行”。

汞的可怕，不仅在于它有毒，而且在于它在生物体内不会被分解、排出，而是不断地积存。从虾到鱼到猫到人，汞沿着食物链一级一级转递，剂量一级一级地增大。生态学中把这种现象称为生物的富集作用。汞的无机化合物在生物体内经微生物的甲基化作用，可以变成毒性很大的甲基汞有机物。甲

基汞还可通过胎盘使胎儿中毒，形成痴呆儿或残废儿。

据1972年日本环境厅统计，在小小的水俣市，有一百八十多水俣病患者，死亡五十多人。实际受害的居民有一万人左右。由于海鱼中毒，沿海的渔业生产受到很大打击，成千上万渔民因此失业。

真相终于大白。曾经残害生灵的“妖魔”，竟是人类自己放出来的污染物。汞原来主要以矿物状态存在于生态循环之外，由于人类进行的生产活动，它被释放了出来，然后进入生态循环中，没想到最后给人自己带来祸殃。

只要你不小心，汞这类的“恶魔”是无孔不入的。继水俣市之后，日本西海岸的新潟县由于“昭和电力公司”含汞废水的污染，也发现了可怕的水俣病。

类似水俣病的可怕疾病还有骨痛病。病人骨骼内钙质代谢受破坏，骨痛难忍，肾脏受损伤，内分泌失调，最后骨骼软化萎缩，自然骨折，极度衰弱而死。到1972年3月，日本骨痛病患者已超过二百八十人，死亡三十四人。

这种病来源于镉中毒，而镉又来自于炼锌中的含镉污水。一些炼锌的大公司不负责任地把这种“祸水”排到河流，引入了生态循环。结果，河里的鱼大量死亡，稻田大面积死秧减产。不死的秧苗结出稻米也含有镉。人吃了含镉的米，饮用河中含镉的水，时间一长就会得骨痛病。

日本从1913年开始炼锌，到1931年发现骨痛病，但一直到1961年才查出骨痛病与炼锌厂含镉废水的关系。但镉污染的范围已经蔓延到许多地方。由于人体从摄入镉到发病往往要经过十年到三十年的时间，许多生活在镉污染地区的人，提心吊胆地过日子，不知道灾难何时会降到自己头上。

澳洲的土著居民，会使用一种奇怪的飞去来器。这种东西抛出去后，还能飞回来。金属汞、镉等污染物，象不象这种飞去来器呢？人们把它们抛向大自然，它们转了一圈却又跑回来。可悲的是，飞返回来的飞去来器，恰恰打中了人自己。

污染了环境，最终必然破坏我们自己的生活。人们啊，可要当心抛出飞去来器打自己的祸害！

DDT 的功过

人们很熟悉的DDT，是 1942 年面世的一种有机氯农药。瑞士化学家保罗·米勒，因发明DDT而获得诺贝尔奖金。但DDT在风行了一代人的时间后，却在许多国家成为禁品，这不能不说是一个极大的讽刺。

人类在推广 DDT 之初，对它可能引起的某些不良后果肯定一无所知。自然界本来不存在这种化合物，是人类把它创造出来的。一开始，见到人们所讨厌的苍蝇、蚊子、虱子等害虫，都在 DDT 弥漫之雾中收起凶焰，昏昏而死，人们是何等地欣喜啊！一时间，DDT 作为人类治服害虫的神奇力量被到处滥用。

50 年代初期，当人们还陶醉于DDT神威的胜利中时，一些鸟类学家就开始怀疑起 DDT 的“奇功”了。他们发现一些鸟类正在莫名其妙地减少。鹰、游隼等猛禽的雏鸟，好象一年少于一年。但当时人们还没有抓到 DDT 的“罪证”。

事情拖得太晚了——一直到 60 年代，也就是 DDT 盛行了二十多年后，科学家们才查到了 DDT 危害鸟类的确凿证据。原来，某些种类的雌鸟体内如果有了一定量的 DDT，

就会产薄壳蛋，使胚胎很难正常发育。有一些鸟类的出生率由此几乎降到零。

人们很快发现，受害的决不仅仅是某些鸟类。DDT几乎无孔不入，无处不在，侵害地球上每一个角落的生命。它引起大白鼠不孕，使鱼的受精卵一孵化就死去；它造成家畜、家禽的中毒事故；它在畜产品、水产品、几乎所有农产品中留下了残毒。人也受到 DDT 的入侵。在甘美的母亲乳汁中，发现了DDT的“魔影”。有的妇女由于体内DDT作怪，引起排卵受阻，不能生育。

人们并没有跑到南极洲去喷洒 DDT 呀，可是世居南极洲、从不离开那块“冷”土的南极企鹅，肥胖的身躯中也积累了DDT。在靠近北极的格陵兰冰区，一千五百万平方公里的地方，每年沉淀的 DDT 达三百吨左右。整个生物圈，几乎没有一片干净的地方了。

让我们来追踪一下 DDT 的“魔影”。

喷雾器“咝咝”作响，白色的液雾四散弥漫，随风飘逸。然而，在一般的情况下，只有百分之五的 DDT 落到植物叶子上，大部分都散入空气或飘落周围土地上。一场大雨落下来，这些 DDT 很容易进入湖塘河流，汇入海洋。在太阳照耀下，它们可以随着水蒸汽升腾，再随着游云、降雨、降雪，向更广阔的范围扩散。

在生物世界内部，DDT 也在沿着食物链扩散到四面八方。植物不可避免地吸收了一部分 DDT。食草动物也难免不把植物体内和表面的 DDT 吃入肚内。栖于水中的鱼虾禽兽，直接从江海中吃进 DDT。

但这还不算厉害，最厉害的是在一物吃一物的食物链中，

DDT 残毒会循序传递，同汞在生物体中的“富集”一样，越积累越多。更可恶的一点是，DDT 不溶于水，却能溶于动物体内的脂肪。任何动物吃了 DDT 后，体内都会留存一部分残毒。当含有十亿分之零点零零三的 DDT 的水被浮游生物吸收后，含量富集一万三千倍；小鱼吞食浮游生物，体内含量富集到十七万倍；大鱼吃小鱼，富集到六十六万倍；水鸟吃了大鱼，富集到八百三十三万倍；而人若吃了被污染的鱼，体内DDT含量就会富集到原来水中含量的一千万倍。

可怕的是，在许多食物链中，人总是居于生物“金字塔”的塔尖，结果富集的 DDT 含量倍数也最高。

DDT 不仅通过残毒在循环过程中的富集危害人和动物的健康，而且常常良莠不分，误杀“忠良”——在毒杀害虫的同时也毒杀益虫。喷雾剂下，人类的一些好朋友——蜜蜂、螳螂、七星瓢虫等也纷纷丧生。更糟糕的是，被杀死的昆虫，又成了杀害它们的捕食者的毒饵，给动物带来一连串的厄运。

人们还发现，有些害虫经 DDT 喷洒后，仍能“熬”过来。幸免一死的害虫会产生一定的抗药性，并使遗传性能有所改变。它们的子孙一旦繁殖起来，原来浓度的DDT就拿它没有办法了。前些年，人们在马来西亚用DDT喷洒可可树，虽然毒死了大部分害虫，但并未叫它们断子绝孙。一部分活下来的害虫居然不把 DDT 放在眼里，只管尽情繁殖，大有无敌之势。而能够镇住它们的鸟儿，早被DDT毒雾熏死或赶走了，它们何忧之有？后来，人们果断地停止了用药，过了一二年，能够扼止这些害虫的包括小鸟在内的动物又回到可可园，害虫的猖獗之势才被压下去。

第十七章　微妙的平衡

在漫漫的历史长河中，生物和它们生活的环境相成相辅，构成了大大小小的“活机器”——生态系统，它们总装成奥妙无穷的自然界。

“活机器”与“活机器”之间衔接、咬合，在太阳能的驱动下，大小“活机器”协调地不停运转。植物给动物当食物，草食动物给肉食动物当食物，所有动、植物的遗体被微生物分解，然后又向植物提供养料，物质与能量按照纵横错杂的脉络有规律地流动着。不管走到大自然的哪一个角落，你都会看到一幅川流不息地流动着的图景。每一台“活机器”和整个自然界，在这样的流动中达到了相对稳定的平衡，也就是生态平衡。

许多事例告诉我们，生物圈内的平衡既是稳定的，又是脆弱的，人们对这种微妙的平衡必须极度谨慎。否则，一旦平衡被毁坏，人类也就不可能在地球上再生存下去了。

跷　跷　板

同一切机器不同，生态系统这种“活机器”具有惊人的自然再生能力。一般的机器坏了，必须等待人的维修；生态系统出了毛病，小毛病不必说，即使一些大毛病，比如在过去亿万年进化史中所发生过的冰川侵蚀、火山爆发、地震、台风和海啸等自然破坏，大都可以得到修复，不同的是时间长短罢了。

在辽阔的草原上，有数不清的穴居鼠类在土壤中钻营，靠几乎是无穷的植物根、茎、叶、果充饥度日。不过，如果它们毫无拘束地疯狂发展，不管草原怎样宽广，终究会有一天被鼠们吃尽。但人们根本不必为这一点担心，自有一些鼠类的天敌——猫头鹰、狐狸、黄鼠狼、蛇等等，把鼠类控制在一定的数量范围内，使草原免遭鼠类的过度破坏。

实际上，鼠类的数量是不断波动着的，有时少，有时多。当它们在某段时间内悄悄地大量繁殖起来时，鼠的天敌们由于食物丰裕，也跟着发展起来了。这样一来，鼠类遭到多方剿杀，数量锐减了下来。而鼠类的减少，使狐狸、猫头鹰、黄鼠狼等食客光景大为不妙，它们或者流落他乡，或者变变口味，改吃别的动物甚至植物。鼠类喘口气，又悄悄地发展起来。

草原生态系统中鼠和它的捕食者的消长，鼠和草原植物的消长，好象孩子们玩的跷跷板，一上一下，一高一低，有规则地起落，在不停地上下起落中，达到了动态的平衡。

宁静的森林，奔涌的海洋，繁荣的池塘，富饶的田野……都向你展示出一架不断起落的“跷跷板”，有的起落幅度大，有的起落幅度小；有的上下平稳，有的震荡剧烈。在第十二章中，我们曾读到旅鼠自杀的例子。这也是一种平衡。旅鼠多得几乎吃光了苔原，被迫大批搬迁。在流落中丧生大海，然后使苔原恢复生机，给旅鼠也带来再生。这架“跷跷板”虽然大起大落，仍然年复一年地起落下去，使这个苦寒中挣扎的苔原生物群落代代相承、繁衍至今。当然，这样的平衡是每四年一次旅鼠大批蹈海身亡的代价换取的。

在森林这个绿色的王国里，情况就大不相同了。这里生态平衡关系的“跷跷板”，就象两头坐着两个配合默契的孩子，

一起一落，上下平稳。如果没有自然灾害或人类干预，森林好象“小宇宙”一样，会年年代代地绿下去，永远充满生机。

自然生态体系固然有很强的自我调节能力，往往可以自己恢复完善而稳定的平衡关系。不过，话还要说回来。几乎在所有的平衡关系后面，又都存在着一种危险：微妙的平衡一旦破坏，就有可能造成不可逆转的变化，形成毁灭性的后果。好象跷跷板失去了支点，平衡的机能也随之丧失。

在这本书中，你已经接触到许多这方面的例子。从古巴比伦和塔尔平原的沙漠化到黄河流域的水土流失、沙漠化威胁，从凯巴伯森林的损害到北美大草原的沦丧，从水风信子的泛滥到兔子在澳大利亚成灾，从魔法一样作祟的水俣病到无孔不入的 DDT 毒害……，都反映了生态平衡破坏后的危险。而所有这些危险，又无一例外地来自于同一个祸主——人。正是人们自己，在自然生态平衡的“跷跷板”上胡走一气，使重心发生了不应发生的偏移。

创造和破坏

同地球生命诞生的三十多亿年漫长岁月相比，人类出现于世的三百多万年历史太短暂了。然而，人类却迅速占据了生命自然界大舞台的中心，成为干预自然的生命超级新种。

人比任何动物都能更加强有力地改造周围环境。然而不幸的是，在人类迄今为止的历史中，人类非凡的能力却同时表现在截然相反的两个方面——非凡的创造能力，非凡的破坏能力。

人发明了登天的飞船和卫星、破浪的轮船和潜艇、奔驰的

火车和汽车，在这颗行星上无所不往，但也把放射性微尘、工业废气、有毒的农药等污染物，遍撒世界各个角落。

人盖起了宏伟的摩天大楼、精美秀丽的公园、各种各样的建筑，但也制造了大片大片的荒漠，消灭了大片大片美丽的森林和草原。

人培育、改造了许多动植物品种，使农作物、森林和牲畜更快地生长，但也消灭了一大批珍贵的生物品种。

……

问题提起来真古怪：人啊人，为什么创造能力越强，破坏起来也就越厉害，而破坏与创造偏偏象形影一样相伴而来？近三十年里，人类社会的生产力和科学技术突飞猛进，而生物圈的平衡也受到空前的冲击。

大量的事实告诉我们，人类必须谨慎地运用自己的创造力，防止破坏力同它一起出现。人在干扰自然界的每一架"跷跷板"时，都应该想一想后果。

在野外，捕食者与被捕食者，植物与草食动物，彼此关系本来好比玩跷跷板，处于协调的动态平衡之中。然而，人的介入却足以改变"跷跷板"的起落。仍以草原鼠类与捕食者关系为例。起先，人们看中了黄鼠狼、狐狸的毛皮，不管这些食肉兽司有什么生态职能，一味地滥捕乱猎。这无疑帮了鼠类的大忙。等到鼠类失去控制大大发展起来以后，人们又自以为本事高强，别出心裁地在草原上到处下毒饵，恨不得把鼠类杀绝灭净。

鼠类吃了毒饵固然难免一死。但误食毒饵的其他动物，以鼠类为食的整个食物链成员，狐、狼、猫头鹰等等，也接二连三地丧生。结果，等未死的鼠类再度繁殖起来时，由于天敌更

少，鼠类竟比原先猖狂许多。草原的生态平衡遭到很大破坏。

自然的生态平衡，既然象两个孩子玩跷跷板，那末，不恰当的人类干预，便象一个大人跳到跷跷板的一端，使平衡立即破坏。如果这个大人顺应自然平衡，站在跷跷板的中间，也许能使动态平衡更加平稳。比如说，在草原生态系统中，为了保证黄鼠狼、狐狸、猫头鹰能生活下去，就不能不给鼠类一席之地。鼠类虽然吃掉一些草，但又养活了它的天敌，人们猎捕一定的黄鼠狼、狐狸，可以获得毛皮之利；而为了控制鼠类，人们就要小心翼翼地控制对鼠类天敌的猎捕。这样，人才能从保护生态平衡中取得效益，有所创造，防止破坏。

要乐园，不要荒漠

一百多年前，马克思在给恩格斯的一封信中曾这样说到："……文明，如果它是自发的发展，而不是自觉的，则留给自己的只是荒漠。"（《马克思、恩格斯信札选》，俄文版，1948年，第202页，马克思1869年8月25日给恩格斯的信）

决不要以为，马克思只是为了警告人类，所以才把文明的自发发展说得那么可怕。实际上，无产阶级革命的这两位伟大导师，早已从人类发展的历史中，看到了人类在进行创造的同时，怎样从事破坏，制造荒漠。

被称为世界四大文明发祥地之一的巴比伦地区，大约在公元前四千多年的时候出现了最初的奴隶制国家。这个地区希腊文称为"美索不达米亚"，意即两河之间的地方。美丽富饶的幼发拉底河和底格里斯河两河流域，林木葱茏，雨水充沛，沃野千里，充裕的自然条件推出了以楔形文字、六十进位

计时法和森严的汉谟拉比法典为标志的辉煌的巴比伦文化。

尼布甲尼撒二世扩建的巴比伦城，规模宏大，繁华壮丽，曾是西亚第一大都市。幼发拉底河穿城而过，涟涟清波上，凌空架起石墩大桥。在富丽堂皇的宫廷里，国王役使工匠为爱妃修建了“空中花园”，奇巧精美的建筑和园林，被希腊人誉为世界七大奇迹之一。

昔日繁都今何在？岁月流逝，风沙无情。当年肥沃的两河流域，今日却成寸草不生的荒漠。旧时的巴比伦城，那雄伟的宫殿，宫中到处雕饰着的狮像，那森然的庙宇，庙中九十米高的七级梯形塔……如今荡然无存，统统埋没于浩浩黄沙中。

如果说庞贝城毁于维苏拉火山，巴比伦的沦丧，则纯粹是人自己造成的。正是巴比伦人自己，无休无止地砍伐两河流域的森林，破坏草原，使水土流失一年比一年严重，终于使沃土冲刷殆尽，良田沦为荒漠。人们乱砍森林，取消了大批植物的“住处”，用木头营建起规模盛大的巴比伦城和千村万舍，开垦出大批良田，但最后却使自己在两河流域无处可住。

恩格斯说得好：“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。每一次胜利，在第一步都确实取得了我们预期的结果，但是在第二步和第三步却有了完全不同的，出乎意料的影响，常常把第一个结果又取消了。”（《自然辩证法》第158页）

人们对自然界的胜利，变成自然界的严厉报复。类似的事情决不止于巴比伦这一桩。印度和巴基斯坦之间的塔尔平原，是公元前二千五百多年前印度河流域的一个富饶的农业区，盛产麦子、棉花、甜瓜和椰枣。也是由于森林与草原遭到人类破坏，这里水土流失，气候恶化，今日已成为面积广达六

十五万平方公里的塔尔沙漠。每逢大风扬起，大漠尘土漫天，浑浊一片，连白炽的太阳都变成了暗红色。

再看看我们中华民族的摇篮黄河流域吧。

“周原膴膴，堇荼如饴”。《诗经》以简炼的诗句，为我们勾勒出昔日陕西渭北一带植物繁茂、土地丰腴的美好景观。“美哉斯阜，临广泽而带清流。吾行地多矣，未有若是之美”，公元413年，匈奴族首领赫连勃勃勒马鄂尔多斯高原无定河畔时，发出这样由衷的赞叹，后来在这里建立了规模宏伟、宫殿精美的统万城。

然而，大河上下万千里，如今有许多地方却成了水土流失和沙漠化严重威胁的地区。沟荒壑深的渭北，很难再见到青葱的森林、茵绿的草原；当年繁华的统万城，早在宋朝时就陷入茫茫沙海。这两处，又只是黄河中上游二百五十六个生态严重破坏的县的缩影罢了。每年，黄河象“输血”一样，裹挟十六亿吨泥沙浊浪，奔流不回。黄河流域从内蒙古到张家口一线，沙漠正在南下。仅仅1957年后的十五年间，沙漠化的面积就有一百二十万公顷。

是谁使黄河流域的生态遭到破坏？还是人类自己。起先是人们破坏生物的“住处”，打破自然的生态平衡，其后是大自然发怒，破坏了人的“住处”。

可怕的是，进入20世纪以来，尤其是近三十多年的时间里，随着生产能力和科学技术的大发展，人类的创造能力千百倍地增长，而类似古老文明之地易为荒漠的事例，不但没有减少，反而增多了。如今，文明在自发发展中留给人类的祸害，甚至比荒漠还要凶险，还要难以治理。

绿色的森林在可怕地减少，速度极其惊人：每分钟在地球

上消失三十点四公顷。照这样下去，到本世纪结束时，全世界剩下来的生产性森林面积将减少一半。热带雨林，这是地球上生物遗传基因最丰富的陆地环境，它被砍伐或烧掉的速度是每年一千一百万公顷。按此速度，地球上全部雨林八十五年内便会消失。

耕地，在一天天地走向贫瘠。按目前耕地贫瘠化的速度发展，只需要再经过二十度春耕秋收，世界上就会有三分之一的耕地不能再耕种。

沙漠却在扩展。扩展的速度是每年六万平方公里。目前全世界有三千万平方公里的土地处于沙漠的边缘，沙漠化的土地已占全球陆地的百分之三十五。人们发现，每一平方公里的地方变成荒漠后，下一平方公里会更快地成为不毛之地。因为沙漠一经形成，就能借着改变当地的气候扩大范围。在塔尔大沙漠上空，空气中所含的水分只比热带雨林上空少百分之二十，可是那里的雨怎么也落不下来。

大气的污染日趋严重。在城市里，人们很难再看到洁白的游云和湛蓝的天幕构成的美丽图画。天边常常凝浮着一层淡淡的灰黑色的浊云。那些不会动的高大烟囱和装在汽车上跑来跑去的排气管，不停地向大气中充填废气。据统计，全世界每年排入大气的二氧化碳有二百亿吨，有毒气体达六亿一千四百万吨。

1952年12月，英国伦敦发生一次严重的煤烟等物质污染大气的事件。烟雾弥漫五天，伦敦居民呼吸道疾病剧增，在这一期间伦敦居民死亡人数，比历年同期增加四千余人。而三十年后的今天，大气中的有毒气体比当时不知增加了多少倍。它们在我们周围飞游，被风吹来吹去，到处损害着人

们的健康。

大气污染之害远不止这些。人们也许会想，污染大气的物质被风吹到高空去，危害就会减小。然而，大气是在封闭的体系中循环的。人们无法把污染物送进太空。每年飘散到大气中的二氧化硫气大约有一亿五千万吨，还有大量汽车排出的氮气。这些气体被吹上高空，最后又成为含酸的雨或雪降落下来。在美国和加拿大部分地区，酸雨的含酸度几乎同桔子汁一样。酸雨伤害大豆、松树等植物，破坏土壤的肥力，杀死湖泊和河溪里的鱼。加拿大大约有五万个湖泊由于酸雨影响面临着成为“死”湖的危险。湖水变酸，就成了水的沙漠。

大海也在警告人类。在过去千百年里，人们把大海当作污水沟、垃圾桶，毫无顾忌地朝里面倾倒污物。大海，也曾默默地承受着这种污染，并且默默地为人类分解污物，净化着环境。不过，大海并不能没有限度地承受着这一切。没完没了的工业废物、生活污水、垃圾甚至放射性废弃物、污油，使宽阔的大海受不了了。“红潮”带来死亡，使大海失去洁净的蓝色。逸入海中的汞，制造着令人类恐怖的“水俣病”。不少海面闪闪发光，好象披着一层什色的织锦。但这是海面的油浊，是开发海底油田或海上运输石油漏泄的石油。据估计，全世界每年漏到海中的石油多达几千万吨。废油造成大量水生物死亡。渔民在这些海域捕捞的鱼，散发着一股异臭，不得不抛回水中。

森林减少，环境污染，加快了野生生物灭绝的速度。目前，全世界约有二万五千种植物和一千多个脊椎动物的种和亚种，面临着灭绝的威胁。有些生物资源，虽然还谈不上灭绝，但已经失去了原有的经济价值。

与此同时，人类的种群却在暴涨。目前，全世界有五十亿人口，还在以百分之二的年增长率发展，每年增长八千多万人。照此下去，到本世纪末，世界人口将超过七十亿！

更多的人口，更少的物种；更多的污染，更少的资源；更多的沙漠，更少的耕地……如果不采取有力措施来改变这种趋势，总有一天，这些互相影响的生态问题会酿成更大的危机，使我们自己遭到无法想象的灾难。到那时，就象古巴比伦一样，不管有多么辉煌的创造，也会被大自然所破坏。当然，罪过不在大自然；是人自己破坏了大自然。

从前，自然界自我恢复的能力较强，人类的冲击完全被吸收到动态平衡系统中去了。但人的活动冲击不断扩大，终于超过了自然界的自我恢复能力，结果平衡崩溃，公害发生。自然界，千百年来一直象个忍辱负重的硬汉，任凭人们不断向他的肩膀上压担子。沉重的负担，已经使他受到损伤，倘若真个是无休无止地这样压下去，不管他怎样坚强，恐怕总有一天他会压趴下来的。

这世界会变得更美丽

生态平衡破坏的阴影，层层重重，笼罩着地球，也笼罩着亿万人的心。

人们不禁发问：人类还能驱散这种阴影，让一个洁净、美丽而又富裕的、乐园般的环境重返人间么？

悲观论者不乏人在。他们忧心忡忡，惊慌失措，不知出路何在。有人主张，要限制工业的增长速度，减少消耗，以停止破坏；有人提出，要“控制人的身材”，理由是大个子耗费大，小

个子一切都省俭，经济负担减轻，环境所受的压力就小；还有人号召说，关掉拖拉机，回到牛耕马犁的时代吧。近些年来，在美国等经济发达国家，还果真有人照此办理，使田野又出现了马拉犁的中世纪田园风光。据倡行者说，这样能节省能源和资源，防止喷吐烟尘的拖拉机制造污染。还有一些悲观论者甚至预言，地球的环境问题已经病入膏肓，无可挽回；在未来的一百年内，人类将走到绝境，被环境污染吞噬……

或者在经济增长中毁灭自己，或者退回到古朴的时代避免受害，人类难道真的只有这样两种无望的选择吗？不，决不是这样！悲观的、停滞的、无所作为的观点，都是错误的，没有根据的。

回到没有机器的时代，就能自然而然地停止环境破坏吗？不对。巴比伦、塔尔平原、黄土高原的生态破坏，不都是那个“没有机器的时代”的产物吗？在许多情况下，生态破坏的重要原因正是经济落后。经济技术落后，决不是解决环境问题的好办法。不是有人提倡牛耕马犁吗，美国有位大学生就此算了一笔帐：如果美国农民都甩起鞭子，打着吆喝，驱赶骡马耕田耘地，就需要六千一百万头骡马；而喂养这些牲口，就需要拿出现在用于生产的一半草原来种饲草，还要增加数以千万的农民来养马、役马。这样势必增加对草原的压力，增加劳力、人口，结果岂不是反而使环境负载累累，难以承受，进而加剧生态破坏吗！

唯一的出路和历史的选择，只能是通过社会改革和技术进步，在控制现有生态环境破坏的前提下，另辟新途，化害为利，逐渐创造一个新的美丽世界。

人有无穷无尽的创造力，有无穷无尽的办法。尽管有不

少人曾经发出警告：不用多久，地球上的石油、煤炭等能源将会枯竭。但在能源危机的严峻挑战面前，核能、太阳能、生物能、潮汐、地热、风力等能源，早已向我们展现了新的希望，给我们战胜能源危机以充足的信心。目前各国正在竞相发展核电站，到1984年底已有二十六个国家建成三百一十八座核电站，并投入运行。科学家肯定地说，核聚变与先进的激光技术相结合，将会成为解决能源危机的一把钥匙。到下一个世纪，热核聚变将加入能源行列，源源不断地提供"干净"的核能。科学家还研究，如何在太空建立空间太阳能电站，利用激光来把所发的电力传输到地球上来。有人甚至设想，在地球上空设置巨大的"天镜"，在夜间把阳光反射到农业区，使作物在更多的光照下增加产量。这个想法真是大胆、新奇，尽管看来工程浩大，很不容易实现，但你有什么理由断定它不会在将来的某一日成功呢！

世界将发生无穷无尽的人类不曾想到的事情，包括人自己的创造。人类最早以柴草为薪，斫木刈草，升火煮炊，认为树也好、草也好，烧了还会长出来。是的，再生性是生物能源的一大优势。煤和石油等登上能源舞台后，生物能源似乎很遭了一些冷落，现在生物能重新受到了人类垂青。例如，繁殖极快的藻类，可以供大量微生物生长，这种微生物又能排出可以燃烧的甲烷气体。科学家证明，在一平方米的海中，一天一夜可以收集到四十升这种气体。苏联科学家算了一笔帐：在咸海里培养的藻类，通过上述方法将能提供几十亿度的电。在比咸海条件更理想的热带海洋地区，可以收集到三千多亿吨的标准燃料，这比2000年人类所需要的燃料多十四倍！

垃圾是废物。人类对垃圾的处理，越来越操心，越来越头

痛。也许你不会想到，垃圾也会变成石油。这既不是童话，也不是魔术。英国的几位化学家，在实验室里已经把这种人们很难想到的事情干成了。他们在密封炉内加压，仅花十分钟就把垃圾变成了石油。从理论上讲，一吨经过挑选的垃圾可以变成一百加仑的原油。当然，目前“向垃圾要石油”还不现实，因为这种方法的费用贵得吓人，不过专家们还是满有信心地预言，在“不久的将来”，这种实验一定会走向大规模的生产。

能源问题不是不可解决的；同样，环境污染问题也是有办法对付的。许多人知道，英国的河流很早就受到工业污染的危害。泰晤士河曾经有近百年时间游鱼无踪、虾蟹绝迹，尽管污臭的水流动着，整个河却象死去一般，毫无生机。近几十年，英国采取一系列的防治措施，严格控制污水排放，终于收到效果。现在，泰晤士河活过来了。昔日污臭的黑水，如今成了洁净的碧流。1968 年，在泰晤士河里，重新发现了四十多种鱼。

联邦德国最老的大工业区——鲁尔区，也曾是一个可怕的世界。仅仅二十多年前，工业烟尘还弥漫城市上空，白天没有灿烂而热烈的阳光，入夜没有明亮而晶莹的星汉。冬天，洁白的雪花飘落地面，不一会儿就蒙上烟尘，成为黑糊糊的积雪。莱茵河的支流——鲁尔河流经鲁尔区，河水如漆，臭气熏人。可怕的现实，刺痛了人们的心。从60年代起，鲁尔区提出了“还我蓝天”的口号，制订了一系列的整治规划和措施。今天，鲁尔区这个庞大的重工业城市，环境也大为改善：天果然变蓝，水竟也改色。河水依依流，两岸青青草。一支支大烟囱和一座座高大厂房，倒影绰绰，映入碧波。不用说，昔日黑水河已经

澄清了，要不水中哪有爽目的岸景倒影呢？

现在国外有不少河流，经过“污染—治理”的曲折道路，出现了“水清鱼归”的局面。事实证明，失去的清波会回来的。大量事例还说明：失去的蓝天也会回来，失去的绿洲也会回来……但最重要的是：觉醒！只有认识到环境问题的严重性，同时不失信心地积极行动，采取切实措施，积以时日，我们才会迎来一个新的美丽世界。

* * *

有人曾说，地球不过是穿行于宇宙的一艘飞船，我们都是“地球号”飞船的乘客。这艘飞船基本上是一个封闭的系统，舱内的消耗无法从外界补入，而污染又无法排出。所有乘客都必须非常谨慎地维持飞船内的循环平衡，才能保证舱内安全、和谐、舒适，使“地球号”亿万斯年地作为载人飞船飞行下去。

当前，世界技术革命新的浪潮汹涌而来。社会经济发展令人目眩的速度，更迫切地把尖锐的问题摆到人类面前：是更快地建设乐园，还是更快地走向荒漠？我们不需要任何盲目乐观，也不需要任何盲目悲观，需要的是整整一代人的生态觉悟的觉醒和紧急有力的挽救生态平衡的措施。让我们每个人都来想一想：我，能为创造乐园、改造荒漠做些什么？

这就是作者在结束本书时的一点美好的期望。

生 命 之 网
——生态平衡趣谈
刘允洲 李绪萱 编著
知 识 出 版 社 出 版 发 行
（上海古北路 650 号）
（沪 版）
新华书店上海发行所经销 上海百科排版印刷厂印刷
开本 787×1092 毫米 1/32 印张 6.75 插页 2 字数 140,000
1988 年 5 月第 1 版 1988 年 5 月第 1 次印刷
印数：1-10,000
ISBN 7-5015-5276-2/Q·4
定价：1.85 元

中科院植物所图书馆
S0045561

到期 年
来源
书价
单据号
开票日期

45561 58.181
191

生命之网—生态平衡趣谈

借者单位	借者姓名	借出日期	还书日期
发行	李晓宇	87.12.15	

2005年1月1日

58.181
191

注　意

1 借书到期请即送还。
2 请勿在书上批改圈点，折角。
3 借去图书如有污损遗失等情形须照章赔偿。

京卡0701 45561

封面设计：严　铁　葵

ISBN7-5015-5276-2/Q·4

定　价：　1.85　元